MEMORIA

SOBRE LA

LIMPIA DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

Y CON MÁS ESPECIALIDAD DEL

CAÑO DEL ARSENAL,

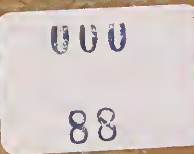
POR

EDUARDO BENOT Y RODRIGUEZ,

INDIVIDUO CORRESPONDIENTE DE LA ACADEMIA ESPAÑOLA,
CORRESPONSAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES,
HONORARIO DE LA ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE CÁDIZ,
EX-JEFE DE SECCIÓN DEL OBSERVATORIO DE MARINA DE SAN FERNANDO,
EX-SECRETARIO DEL SENADO, DE LA ASAMBLEA NACIONAL,
DEL CONGRESO Y EX-MINISTRO DE FOMENTO,
ETC., ETC.

CADIZ.

IMPRENTA DE LA REVISTA MÉDICA, DE D. FEDERICO JOLY,
CEBALLOS (ANTES BOMBA), 1.


000
88

MEMORIA

SOBRE LA

LIMPIA DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

Y CON MÁS ESPECIALIDAD DEL

CAÑO DEL ARSENAL,

POR

EDUARDO BENOT Y RODRIGUEZ,

INDIVIDUO CORRESPONDIENTE DE LA ACADEMIA ESPAÑOLA,
CORRESPONSAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES,
HONORARIO DE LA ACADEMIA DE BELLAS ARTES DE CÁDIZ,
EX-JEFE DE SECCIÓN DEL OBSERVATORIO DE MARINA DE SAN FERNANDO,
EX-SECRETARIO DEL SENADO, DE LA ASAMBLEA NACIONAL,
DEL CONGRESO Y EX-MINISTRO DE FOMENTO,
ETC., ETC.

CADIZ.

IMPRENTA DE LA REVISTA MÉDICA, DE D. FEDERICO JOLY,
CEBALLOS (ANTES BOMBA), 1.

1885.

HACE eineo años que nuestro ilustre eompatriota Eduardo Benot, escribió una Memoria sobre la limpia de la Bahía de Cádiz y mas especialmente del caño de la Carraea, de la eual dió eonoeimiento á varios jefes de la Armada, que tuvieron empeño en que los proyectos de Benot llegaran á realizarse.

Aeometido éste por una gravísima y larga enfermedad, quedaron paralizados los trabajos comenzados á tal efeeto; y casi puede asegurarse que tan importantes proyeetos permanecieron relegados al olvido durante estos últimos años. Alarmada la opinión ante la idea de que el Arsenal de la Carraca llegára á suprimirse, todos á porfía, con patriótieo entusiasmo y dentro de su esfera de aeeión, hieieron esfuerzos para que aquella medida no se llevara á efeeto, y eabe deeir, eon verdadera satisfaeeión, que tan levantados propósitos se han realizado, pues en la eoneieneia pública está hoy que de la informaeión parlamentaria, si á ella llega á someterse este importantísimo asunto, no ha de salir otra solueión que la de sostener á todo tranee el puerto marítimo-militar de Cádiz y su Arsenal. La obra de Cárlos III, ni debe desaparecer, ni mueho menos llegar á ser propiedad de una empresa partieular.

La importaneia exeepeional de este Arsenal, no pueden deseonoeerla ni las mismas personas que han pensado en suprimirlo, quizás porque abriguen la ereencia de que no hay re-

medio posible ya para impedir que el caño de la Carraca quede ciego dentro de pocos años, como vienen sosteniéndolo personas por demás autorizadas, que tal vez no se han fijado en que la propia bahía encierra elementos poderosos y en condiciones muy superiores á las que otras localidades reunen, para conservar siempre limpio el litoral de la misma y sus ensenadas y caños interiores.

La Memoria de Benot, por lo que yo recordaba, no sólo establecía con suma claridad las causas de los aterramientos que en alarmante progresión invadían los caños, sino que también presentaba los medios para combatir el mal, salvando así no solo el Arsenal, sino las propias salinas y fondeaderos de la bahía que, al paso que vamos, se irán cegando y perdiendo, como se perdió el fondeadero de Puerto Real, verdadero puerto de la bahía de Cádiz en tiempos de los Reyes Católicos.

Ninguna ocasión mejor que la presente, por tanto, para dar á conocer el estudio notabilísimo de Benot; pero se atravesaba la dificultad de que, á consecuencia de su enfermedad, no había podido hacer sobre el terreno los estudios topográficos necesarios para presentar su trabajo completamente terminado en sus detalles y en disposición de que, si su proyecto llegaba á aprobarse en todo ó en parte, pudiera comenzarse desde luego.

A mis ruegos, y ante la gravedad de las circunstancias y de lo urgente del remedio, accedió al cabo Benot á entregarme el manuscrito, autorizándome para hacer con él lo que me "viniera en talante y buena voluntad," y yo, sin titubear, me decidí á publicar desde luego el texto sin los planos, dejando para más adelante el grabado y estampación de estos, que retardaría mucho la publicación, teniendo sin embargo los borradores en mi poder y á disposición de cuantos quieran con-

sultarlos, para comprender mejor la parte técnica de la Memoria.

Tal es el móvil de esta publicación. El nombre esclarecido de Benot, por propios y extraños respetado, hace inútil la apología de la obra, como inútil es también hacerla de la oportunidad de que sea hoy conocida.

Los momentos son preciosos y hay que aprovecharlos, que, como dice Benot, "No es hora ya de lamentos y sí de obrar con decisión y energía. Errores, incurias é imprudencias pasadas han traido las cosas á un estado tal, que ya *actualmente* no queda mas recurso que optar con viril resolución por uno de los dos términos de este dilema: *Ó perecer ó gastar.*"

Cádiz 1.º Setiembre 1885.

Salvador Viniegra.

I.

Alarma y desfallecimientos producidos por las recientes invasiones de los fangos.

El fenómeno de los aterramientos de la Bahía Gaditana viene verificándose desde muy antiguo, pero sólo ha causado alarma profundísima desde hace 25 años.—En no pocos marinos es profunda la convicción de que el mal no tiene remedio.—Está en la mente de muchos la idea de abandonar el Arsenal.—Indiferencia de los hijos de Cádiz.—Algunos hombres de Estado piensan más en los aterramientos que los hijos de Cádiz, por la necesidad de un puerto militar al Sur de España.—Gran dificultad de hallar un buen puerto militar: condiciones raras que necesita: las tiene Cádiz ó puede tenerlas.

Nuestros marinos más previsores é inteligentes han venido anunciando, de veinte y cinco años á la fecha, que los fangos inutilizarían muy pronto el caño del Arsenal de la Carraca.

Hoy, por desgracia, son ya una tristísima realidad tales anuncios.

La invasión de los fangos es fenómeno muy antiguo; pero últimamente ha ido en progresión tan alarmante, que en la actualidad no pueden entrar y salir nuestros grandes buques en los diques sin profundos y constantes dragados, que gravan en muchos miles de duros el presupuesto del Arsenal.

A tan deplorable situación han llegado los aterramientos, que muchos marinos, de mérito indisputable, descorazonados ya, y cediendo como Árabes á ideas de un fatalismo reprobable siempre, y mucho más en hombres acostumbrados á luchar con los ciclones, á vencerlos, y hasta á utilizarlos, manifiestan, con una resignación imperdonable, su convencimiento de ser imposible detener la marcha de los fangos, y, por consiguiente, salvar el Arsenal.

La idea de abandonarlo está hoy en la mente de muchos, [1] que no se atreven aún á expresarla en alta voz; pero que lo harán muy pronto; y Cádiz y San Fernando y los demás pueblos de la ribera, con una pasividad verdaderamente oriental, escuchan, cruzados de brazos, los tristes vaticinios de su muerte. De su MUERTE, sí; porque el régimen de la bahía entera es una muy compleja resultante de la energía propia de los grandes recipientes que almacenan las aguas á la pleamar; y el día en que se cierre el Caño de la Carraca, será imposible mantener la canal situada entre Puntales y Matagorda. Cuando los fangos empiezan á depositarse en el interior de las ensenadas y de los caños no continúan en razón directa de los tiempos su tenaz obra de cegarlos, sino en proporción ascendente; y buena prueba suministra á nuestras mismas puertas la media-luna del rio Arillo [2] cuyos fangos han avanzado hácia la bahía considerablemente en noventa años. En 1789 levantó el Brigadier D. Vicente Tofiño el plano de la bahía. En 1870 lo volvió á levantar la Comisión del *Piles*, al mando de D. José Montojo; y del cotejo de ambos documentos resulta, (segun el plano adjunto, donde lás sondas y líneas de rojo indican los resultados de 1789), que los aterramientos han avanzado hácia la bahía cerca de kilómetro y medio en varios parajes, y dos kilómetros nada menos la Punta de Laclica, cuya situación, además, ha variado. Otra prueba suministra ante los diques el mismo Caño del Arsenal, útil aún á marea baja hace 15 años; inservible hoy sin dragados prévios.

(1) Este triste vaticinio de Benot, se ha realizado, produciendo las discusiones del Congreso, que tanto, y con razón, han alarmado á los habitantes de nuestra ribera.—S. V.

(2) En un informe, fecha 3 de Mayo de 1862, suscrito por el Ingeniero Jefe, señor D. Juan Martínez Villa, se lee lo siguiente:

"Para convencerse de la exactitud é importancia de esta indicación, bastará sin duda observar el plano de la bahía, en el que aparecen anotados con tinta negra los sondeos practicados en el año de 1789, por el Brigadier de la Armada D. Vicente Tofiño, y con tinta carmin los que se han comprobado y repetido por el que suscribe en el año de 1859, en ocasión y con motivo de los estudios practicados para formular el proyecto de mejora del puerto que motiva el presente informe; pues que... en los 70 años transcurridos... aparece... que en la extensa ensenada que desde el Castillo de Puntales corre y se estiende hasta la Punta de Laclica, ha tenido lugar... un depósito ó aterramiento medio, de unos dos metros de grueso."

(No ha podido tenerse á la vista el plano del Sr. Martínez Villa, al redactarse esta Memoria).

Bastante más que los hijos de Cádiz piensan en el Arsenal de la Carraca nuestros verdaderos hombres de Estado; porque los gobiernos previsores no pueden permitir que se quede España sin un gran puerto militar al Sur de nuestras costas.

Tenemos uno al Norte en el Atlántico, Ferrol; y otro en el Mediterráneo, Cartagena; ambos excelentes, pero muy distantes de nuestra costa meridional. Aunque Lisboa al Oeste, y Gibraltar, al Sur, fuesen de España, nunca podrían reemplazar al puerto militar de Cádiz, cuya necesidad aumenta por lo mismo de no ser Lisboa ni Gibraltar puertos donde tremola el pabellón de España.

El de Cádiz es irreemplazable, y sería un crímen de lesa nación el dejarlo cegar.

Los puertos militares, como es sabido, necesitan ser de grande extensión, á fin de contener flotas enteras, listas para darse rápidamente á la mar en un momento dado; requieren mucho fondo para que los buques estén á flote siempre; exigen vastos espacios para el armamento; arsenales fortificados; careneros y diques de enormes dimensiones; grandes cuarteles, fortificaciones exteriores formidables, y facilidad para defender los canales de entrada por medio de las fuerzas sutiles, y hoy de los torpedos además. Por último; al revés de los puertos de comercio, que pueden sin inconveniente internarse por los rios navegables hasta el corazón de un país para llevar allí las mercancías de importación ó tomar la de exportación con el menor gravamen posible de transportes terrestres, los puertos militares han de estar emplazados en las inmediaciones de las lenguas de tierra, á fin de que las flotas puedan proteger rápidamente el litoral..

Es dificilísimo encontrar reunido este raro conjunto de condiciones naturales. Solamente en el puerto militar de Cherburgo pueden en Francia entrar y salir los buques de guerra á cualquier hora de la marea, (*cualidad comprada á costa de muchos millones de francos*). Y tan excepcionales en grado sumo son las condiciones que hacen militar á un puerto, que, cuando una feliz reunión de coincidencias las presenta en una

localidad, inmediatamente la utilizan las naciones en favor de la Marina de guerra, excluyendo sin consideración, *si es menester*, á la Marina mercante, y no reparando en gastos para fortificar formidablemente el afortunado puerto.

La bahía de Cádiz, mejor situada que otras, puede contener una poderosa Armada, sin exclusión de la Marina mercante; con fondo suficiente á todas horas y con un Arsenal inaccesible, especialmente defendido por torpedos entre Puntales y Matagorda.

Y, ¿este puerto excepcional ha de perderse? ¿Ha de permitirse que se ciegue, cuando es, ¡tambien por una afortunadísima excepción!, sumamente fácil el sostenerlo indefinidamente en todas sus condiciones, y hasta el mejorarlas, utilizando científicamente esas mismas mareas que ahora, por incuria imprevisora, lo están inutilizando?

II.

Causas á que se atribuian los aterramientos.

El mal estado de la bahía se ha atribuido hasta 1863 por varios ingenieros (Torres Vildósola, Martinez Villa, Pastor y Landero, Córtes....) 1.º á la construcción del Zuazo; 2.º á haberse echado á pique en tiempos lejanos, por actos de guerra, los cascos de muchos buques, que nunca se sacaron.

Directa ó indirectamente, en Memorias muy dignas de estudio, tocaron esta importante cuestión de los aterramientos de la bahía de Cádiz, con motivo del mejor emplazamiento de su puerto, los distinguidos ingenieros D. Luis de Torres Vildósola, D. Juan Martínez Villa, D. Manuel Pastor y Landero y D. Cárlos María Córtes.

De todos estos escritos se deduce que el mal estado de la bahía era atribuido á dos causas. En primer lugar y principalmente, á la construcción del Puente Zuazo. Y, en segundo lugar, al hecho de haberse echado á pique, por actos de guerra, en tiempos ya lejanos los cascos de múchos buques (29 cuando menos) que nunca se sacaron. A esta causa se unió, la costumbre de arrojar los lastres de los barcos donde mas placía á los capitanes que entraban á tomar carga en este puerto.

Es indudable que la configuración de los aterramientos de la bahía de Cádiz era, hace cuatro siglos, muy distinta de la actual. El ingeniero Sr. Córtes, en informe dado el 12 de Agosto de 1863, decía lo que sigue: "En tiempos de los Reyes Católicos faltaba á la corona un puerto dentro de la bahía de Cádiz. Expidióse en 1483 una Real Cédula "mandando fundar

una población en la comarca de Mata-gorda, porque *somos ciertos* decía la Cédula, *que hay allí buen puerto, grande y seguro para los navios.*"

Es de advertir que entonces el territorio de la Isla de León, Rota y Chipiona, era de los Condes de Arcos; el Puerto de Santa María, del Duque de Medina-Celi, y Sanlúcar de Barrameda pertenecía á la casa de Medina Sidonia. Solo el terreno de Jerez de la Frontera, ciudad realenga, llegaba hasta Matagorda.

Habiendo habido quien, sin verdadero motivo, pusiera en duda la autenticidad de esta cita del Sr. Córtes, fué registrado el archivo de Puerto-Real, y del exámen resulta que, efectivamente, la Real Cédula se expidió en Córdoba el 17 de Julio de 1483 por D. Fernando y D.ª Isabel, mandando que fuese fundada una población en el terreno conocido por La Matagorda y su comarca, perteneciente entonces al término de la Ciudad de Jerez de la Frontera, por ser muy útil y provechoso "porque somos ciertos, decian los Reyes, *que hay allí buen puerto, grande y seguro para los navios y que en la tierra hay buen asiento toscano y saludable para los moradores.*"

La población había de llamarse El Puerto-Real, y tendría las prerogativas de las otras villas de los reinos, y se le concedía "que hubiera Alcaldes y Regidores y *tuviera barreras y puertas torreadas, y picota, y horca, y cepo, y cuchillo, cadena, sayon y pregoneros, y las otras insignias de justicia que las otras ciudades y villas pueden y deben y acostumbran tener.*"

No solamente los vecinos de aquella villa quedaban libres y exentos de contribuciones, salvo la moneda forera de 7 en 7 años, sino que los pescadores serían francos y libres de toda alcabala. "Cualquier persona que aportara al dicho Puerto-Real con *carracas, naos y galeras* ó otras, cualquier fruto; que de todo lo que allí descargaren ó vendieren en la dicha villa no paguen los tales vendedores alcabalas ni otro derecho alguno, y que todos ellos vengan y estén seguros, ansi en el dicho Puerto como en la dicha villa y su término por veinte días, dentro de los cuales no puedan ser ni sean acusados ni presos

ni tomados ni secuestrados sus bienes por delitos algunos que hayan cometido en otras partes" etc.....

Estos y otros privilegios fueron confirmados por Cárlos I en la ciudad de Toledo á 16 de Setiembre de 1525; por Felipe II en la villa de Madrid á 9 de Octubré de 1563; por Felipe III en 15 de Octubre de 1601; por Felipe IV en 16 de Junio de 1622; por Cárlos II en 18 de Marzo de 1689; por Felipe V en 21 de Junio de 1701; por Fernando VI en 4 de Noviembre de 1752; y por Cárlos III en 23 de Agosto de 1760.

Pero de todo esto, lo que más hace al caso presente es la mención de que podian llegar á Puerto Real *carracas, naos y galeras.*

La *carraca* era la embarcación de más porte conocida en tiempos de D. Alfonso el Sabio, según la ley 7, tít. 24, part. 2, sin embargo de que la misma ley solo le supone dos palos, y por esto queda en duda si sería mayor la *galera grande.* La *nao,* buque solo de vela, está colocada en la part. 2, tít. 24, despues de la *nave* y de la *carraca.* La *galera,* embarcación de remos y vela, tenía en los siglos XV y XVI unos 140 piés de eslora, 20 de manga y 9 de puntal. La posibilidad, pues, en tiempo de los Reyes Católicos, de atracar *carracas* á Puerto-Real, evidencia cuánto ha variado el fondo de esta ensenada en cuatro siglos, y comprueba la argumentación del Sr. Córtes.

Y sigue el informe del Sr. Córtes:

"Parece indudable que en aquella época dicho caño y ensenada tendrían *bastante fondo* y no habría síntoma de *que se cegáran,* tanto por lo que en la Real Cédula se asegura, cuanto porque, por los años de 1493 y 1502 Cristóbal Colón adquirió casas y heredades en Puerto-Real, creyendo que allí iba á ser el centro del comercio de América, y no debemos atribuir á aquel grande hombre y eminente marino el error de hacer la adquisición con aquella creencia, si hubieran ya empezado á cegarse las ensenadas y el caño del Trocadero."

En efecto, todavía á mediados del siglo pasado atracaban bergantines á los muelles de Puerto-Real, si hemos de dar crédito á lo que decían y atestiguaban hace 40 años las personas de edad.

Por otra parte, á principio del siglo XVII se estableció en el Caño del Trocadero la carena de los buques destinados al comercio de Indias, sin que entonces hubiera necesidad de llevar á cabo los dragados onerosísimos, efectuados anticientíficamente, y, por tanto, sin ningún fruto, á fines del pasado siglo y principios del actual.

Pero no hay necesidad de remontarnos á tiempos tan distantes, en que no se habían levantado planos del puerto, propios para estudios comparativos. Como antes hemos visto, las muy notables diferencias ocurridas últimamente durante un siglo escaso, se evidencian, cotejando el plano adjunto ya citado, en que se hallan consignados de tinta carmin los datos del levantado en 1789 por el Brigadier de la Armada D. Vicente Tofiño, junto á los del levantado en 1874 por la Comisión hidrográfica del *Piles*.

Quien coteje con detención ambos resultados, no podrá menos de alarmarse y adquirir la plena convicción de que los aterramientos inutilizarán muy pronto la bahía de Cádiz, si no se acude, *más pronto aún*, con fuerzas poderosas naturales á contrarestar y vencer las invasiones de los fangos.

Desde luego ocurre preguntar: ¿Cuáles son las causas de este estado de cosas? ¿Por qué tal mudanza en el que siempre ha sido puerto de mar desde el tiempo de los Fenicios?

Respecto del puente Zuazo, hé aquí como se expresa el citado Sr. Córtes:

"En tiempos de Felipe II, se ordena la reconstrucción del puente Zuazo, cuya obra, según los datos que existen, debió durar como 40 años, principiándose hácia el de 1553, y trabajándose en ella, poco ó mucho, y con interrupciones, hasta 1592, y aún algún tiempo después para la terminación de las rampas ó avenidas. Es interesante conocer cómo se cimentó esta obra; y hé aquí la descripción que de ella se hace en el *Emporio del Orbe y Cádiz ilustrado*, obra del Padre Fray Gerónimo de la Concepción, publicada á fines del siglo XVII, y repetido por el Capitán de fragata D. José Vargas y Ponce, en

Servicios de Cádiz, 1818, en esta forma: El puente, en poder de un particular, volvió á su estado de ruina, y por eso Felipe II comisionó al célebre arquitecto Marín para su reparo. Sin que le arredrase la notable hondura de un MAR que allí se estrecha y con tan rápido, incesante y encontrado movimiento, efecto natural de las mareas, logró su fin de esta suerte. Esperando el punto de pleamar en tiempos bonancibles, dejaba caer hileras de grandes lajas sacadas de las canteras vecinas. Sin mezcla, y solo por su calidad, se conglutinaron de modo que va para tres siglos no hacen sentimiento."

"Esta descripción nos dice que el puente está cimentado sobre un macizo corrido de escollera perdida *hasta la altura de bajamar*; y que la obra del arquitecto Marín es una semipresa con que se cortó el Caño del Sancti Petri.

"Esto debió producir una gran perturbación en el régimen de las corrientes de mareas; y la detención de las aguas debió traer consigo enormes aterramientos.

"Los efectos se dejaron ver muy pronto. Consta en las actas del Ayuntamiento de Cádiz de 1692 que el Carenero Real se hallaba inmediato al Zuazo; y que el Jefe de la Armada, viendo que no corrian las aguas y que se depositaban allí los fangos, mandó abrir un arco en aquel lado del puente para dar salida á las corrientes y mayor fondo al Carenero. Y tan urgente debió ser esta operación y tan convencido estar de su necesidad, que la practicó sin detenerse á obtener la debida autorización del Municipio, á cuyo cargo estaba aquella obra."

Efectivamente: detenido y especial exámen de las actas del Archivo del Ayuntamiento de Cádiz, correspondientes á los siglos XVII y XVIII, confirma lo afirmado por el Sr. D. Cárlos Córtes.

En sesiones de 8 de Agosto, 1603; 23 Junio, 1606; 21 Enero, 1612; 18 Agosto, 1642, y 6 de Marzo 1644, se habla de la necesidad de hacer obras en el puente. En 11 de Agosto de 1628, se dice expresamente que dos parapetos estaban sin terminar, y en sesión anterior, (consta al libro 8) se acordó pedir

al Rey la concesión de ¼ de dueado por 100 para *acabar la obra.* En Agosto de 1718 y en varios cabildos, se resolvió levantar los pretilcs que faltaban al puente, y eonstruir una surtida nueva y una esealerilla *para el desembarco de la gente que llega á dicho puerto;* y en Setiembre del mismo año hacer de *obra nueva la bóveda del ojo pequeño;*—por donde se vé que las eonstrueeiones del Zuazo duraron hasta muy entrado el pasado siglo. Pero lo más importantc es lo que, eon motivo de la eonstrueeión, se consigna respeeto del estado de los fondos en aquel brazo de mar. En sesión dc 13 de Noviembrc dc 1610 se dió euenta de que "euatro naos de la que están en Rio de la Puente de Zuazo están amarrados á los ojos de ella; y, con la fuerza que haeen, están fuera de su lugar las piedras de él, y á gran riesgo de que se quiten del todo y eaigan á la mar; y, pues se sabía cl gran daño é inconveniente quc dc ello se seguiría, se daba notieia de ello." El Cabildo acordó se desamarrasen las naos cn el término dc scis días: los dueños dc ellas pidieron reposieión del aeucrdo; pero en sesión de 22 de Noviembre dc 1610 les fué ncgada. ¡Júzguese dc la fucrza dc las eorrientes del Zuazo en aquella época, cuando la traeeión y las saeudidas de los barcos podían dislocar los sillares de la puentc!

Pero lo que más lo evideneia es otro aeuerdo. Abierto, según consta en el aeta del 31 de Julio de 1692 (á que se refiere el Sr. Córtes) "el areo de dieho puente, inmediato al Carenero de la Real Armada, que estaba macizado dc tiempo antiguo, con que servía de daño al dieho Carenero *por no correr las aguas y las arenas,* acordó el Cabildo en 12 de Agosto de 1718, que el referido ojo debía haeerse nuevo y dejarlo abierto, como lo ha estado y lo está, haeiéndole unas eompuertas por una y otra parte para que, cerrándolas en el tiempo de las earenas, no embaraeen sus eorrientes las planehas; que son el motivo por que se pretendía cerrar."

Todavía 30 años há eran visibles las entradas de los ejes de las compuertas destinadas haee siglo y medio á evitar los desastrosos efeetos de eorrientes *que hoy no existen.*

Respecto de los buques echados á pique en la Bahía dice el mismo Sr. Córtes:

"Ocurre por los años de 1587 y 1596 la invasión Inglesa: échanse á pique en la bahía porción de buques: y nótense bien los puntos en que estos se verifica: 2 en el Trocadero; 5 en la entrada del entonces estero de la Carraca; 4 en lo interior; 3 fragatas en el de Sancti Petri; 1 cerca de Puerto Real, y otra en la canal frente á Puntales. Estos buques no se sacaron, y de esta época data el hecho de empezar á cegarse la ensenada de Puerto Real y el Caño del Trocadero."

Ya en 1675 debían ser muy notables los efectos, puesto que el Presidente de la Casa de Contratación de Sevilla, Don Gonzalo de Córdoba, mandó hacer un pontón para limpiar el Caño y los careneros del Trocadero.

Los aterramientos debían ir en aumento, cuando en las actas del Ayuntamiento de 1768 consta que, al producirse quejas sobre el casco de un navío francés, el *Santiago*, echado á pique por uno de nuestra Armada en medio de la canal de Puntales, aseguraba el Alcalde de la mar, con el testimonio de los prácticos y pilotos, que en aquella parte de la bahía se experimentaba una disminución de fondo de dos brazas de agua.....

Por si algo faltase á este estado de cosas, ocurre en 1702, cuando la guerra de Sucesión, que, temiendo la escuadra francesa, refugiada en esta bahía, un ataque de los aliados, se echaron á pique ocho navíos en la boca de Puntales para impedir la entrada á los enemigos. Cuantas observaciones se hicieron por los prácticos sobre la imposibilidad de sacar después los buques y sobre la inutilización completa de la bahía interior (Puerto Real), fueron despreciadas; y, efectivamente, los buques al fin no se sacaron. Los resultados no fueron, sin embargo, instantáneos; pero se tocaron muy pronto, pues ya los prácticos decían de 1726 á 1735, que la bahía tenía de menos una braza de agua, y que el Caño del Trocadero se hallaba enteramente perdido;... los buques que á la pleamar entraban en el Trocadero quedaban en seco á la bajamar, y la Ca-

bezuela del Sudoeste del Trocadero había avanzado seis brazas hácia la canal desde 1730 á 1737.

Desde aquella época todo fueron reclamaciones sobre el mal estado de la bahía, y proyectos de obras, para la mejora de su puerto. ¡Por desdicha, todo se quedó en proyectos!

III.

El dragado contra los aterramientos de la bahía gaditana.

Ineficacia del dragado.—Las fuerzas naturales no conocen el cansancio y la bolsa de los contribuyentes al fin se agota.—En la lucha del dinero contra los acarreos del mar, el dinero de los dragados acaba siempre por sucumbir.—Millonadas que inútilmente se han venido gastando desde hace 300 años.

Para remediar el mal estado de la bahía por efecto de sus aterramientos, se acudió á un recurso que hoy parece infantil.

"¿Hay fangos? Pues á sacarlos:" dijeron nuestros antepasados; "arbitremos recursos: con dinero se limpiarán."

Por desgracia era entonces bien escasa la ciencia de los arquitectos y comerciantes que profesaban entender de obras de puertos.

En la parte hidrológica, desconocían unos y otros el régimen de las *corrientes naturales de limpia,* sin las cuales son imposibles los *puertos de marea* (á no ser que se acuda á las represas torrenciales) y en la parte económica ni aun siquiera sospechaban que no son de eficacia ninguna los pasajeros arbitrios de las más onerosas contribuciones contra esas poderosas agencias naturales que, con la tenacidad de la constancia, producen los aterramientos de los sacos y ensenadas de las bahías. Las fuerzas naturales no conocen el cansancio: la bolsa de los contribuyentes al fin se agota; y, en la lucha insensata y mal entendida del dinero contra los acarreos del mar, el dinero siempre sucumbe; á no ser cuando, *científicamente,* pone á su servicio la misma fuerza de las mareas, para combatir con ella los aterramientos.

¡Qué lástima de millones enterrados por Cádiz, sin fruto ninguno, en los fangos de los caños! ¡Qué pertinacia impenitente la de nuestros antecesores y qué ceguera á prueba de fracasos!! ¡Hasta el entusiasmo llegó á veces la fé en tan desatinados derroches!!

Un pontón de dragar mandado hacer en 1675 por D. Gonzalo de Córdoba, Presidente de la Casa de Contratación de Sevilla, hubo de producir tan poco efecto, que en 1738, por Real despacho librado en Aranjuez el 13 de Junio, se dispuso la limpieza del caño del Trocadero, á fin de que quedara en el mejor estado para poder amarrar y carenar en él los navíos de la carrera de Indias.(1) El contratista debía mantener á su costa hasta dos pontones y cuatro bateas que, por tiempo de 12 años, trabajasen contínuamente, á fin de que "á marea baja estuvieran á flote los navíos";... pero el tiempo y el dinero se gastaron, sin que el caño quedara como se llegó á pensar.

El Consulado de la Universidad de cargadores de Indias, contra el parecer del famoso marino D. Jorge Juan (2) acometió nuevamente la limpia de los fangos. En ocho largos años, Mayo de 1755 á Junio de 1763, se gastaron lastimosamente en

la inútil faena	2 588 175 rs.
de 1768 á 1774	1 630 385 ,,
en Enero y Febrero de 1775	429 580 ,,
	4 648 140 ,,

¿Cuál sería el estado del Trocadero, á pesar de haberse tirado esos cuatro millones y medio, cuando, á consecuencia de quejas de varios comerciantes y navieros elevadas al Presidente de la Casa Contratación, se celebró en Enero de 1777 una gran junta del Comercio de Cádiz, en la cual se decidió acudir con mejores medios, y más eficaces todavía, á la limpia de los fangos? ¿Cuál no sería el entusiasmo de los diputados elegidos para llevarla á feliz término, cuando, á pesar de los fracasos an-

(1) Actas del Ayuntamiento de Cádiz, citadas en la Memoria del Sr. Castro, de la cual son estos datos.
(2) Archivo del Consulado de Cádiz.

teriores, se prometian con increible ceguera, recibir en el Trocadero *toda la marina mercantil y aun mucha parte de la Real Armada, si en algun caso (que es factible suceda) conviniese ponerla en aquel paraje.*

Hé aquí los elocuentes resultados de tan delirantes esperanzas:

De 1766 á 1778 se gastaron.............	287 460 rs.
„ 1790 á 1797.........................	3 360 172 „
„ 1798 á 1803.........................	246 063 „
	3 893 695 „

En amurallado y obras de contención:

De 1779 á 1790...........	2 839 944	7 446 936 rs.	(1)
De 1796 á 1797...........	4 606 992		
		11 340 631 „	

"Pues bien: ¿en qué paró todo aquello?" dice el Sr. Córtes. "En 2 de Julio de 1804 se expidió una Real órden mandando al Consulado de Cádiz limpiar la boca y caño del Trocadero, para la *salida* de la urca *Librada*; y en cumplimiento de esta Real orden, desde Julio de 1804, á Octubre de 1805, se gastaron en la limpia Rvn. 978 008 (por el Consulado de Cádiz), el cual acordó en Octubre suspenderla por haberse ya logrado el objeto, que era facilitar la *salida* de la urca *Librada*, y la *entrada* de la fragata *Paz*, para su carena. Pero ¿qué eficacia sería la de la limpieza, cuando á los dos años, en Noviembre de 1807, vino otra orden del Príncipe de la Paz, disponiendo que se continuase la extracción de los fangos, para que pudiera *salir* la fragata *Paz*, cuya carena estaba próxima á su terminación."

Al fin tanto desengaño había de hacer mella en los contumaces ilusos partidarios de la extracción de fangos á fuerza de dinero. La Caja Consular se encontró sin recursos para dispen-

(1) Segun la Memoria del Sr. Córtes, se gastaron por este concepto 7 692 999.

dios tan disparatados, y *todos* los vocales de la Junta acordaron representar que "era un *imposible de bulto que el Consulado pudiera hacerles frente.*"

Levantado el sitio de esta ciudad de Cádiz durante la guerra de la Independencia, mandó la Regencia en 1812, de orden del Congreso, que 2000 vecinos de Cádiz concurrieran diariamente á los trabajos del caño del Trocadero para darle comunicación con el rio de San Pedro, é interceptar de este modo el paso á los enemigos si volvían á combatir esta plaza. Los vecinos que no asistiesen pagarían un jornal de 10 rs.

Resistióse la Ciudad á semejantes sacrificios personales, y prefirió sacar cantidades de la masa común, á fin de llevar á efecto la empresa. La dirección de todo estuvo confiada al Capitán de navío D. José M.ª Autran: y sólo en el año de 1812 se gastaron en la formación de la *Cortadura* del Trocadero á la Algaida 2 489 952 rs. 15 ms. Los gastos todos de la formación del Canal llegaron á 13 000 000 rs. (1)

Pues á los tres años de estos gastos imponentes, en 1816 ya estaba entorpecida la *Cortadura;* y; como es sabido, las arenas y los fangos la habían hecho vadeable por varios puntos en 1823; lo cual facilitó á los franceses, cuando invadieron esta comarca, la sangrienta sorpresa en que perecieron tantos defensores de la causa liberal.

Cualquiera pensará que nos escarmentaron tantos y tan costosos experimentos, en que se habían consumido hasta 30 000 000 rs. sin contar los muchos de que no ha llegado cuenta hasta nosotros.

Pues nó.

Hace 16 años (2) se sacó á subasta la limpia de los Caños del Arsenal de la Carraca, por medio de dragas que extrajesen fangos. El contrato resultó tan oneroso para el contratista, que éste abandonó todo el material de limpia; el cual, oxidado casi destruido, ha permanecido dos lustros junto al arrecife de la Avanzadilla, como lección permanente dada á los intentos

(1) Memoria de los Sres. Castro y Córtes.

(2) Recuérdese que esto se escribía hace 5 años.

descabellados. ¿Qué marino, qué vecino de San Fernando, qué vecino de Cádiz no ha visto ese material? ¡Y aún hay quien habla de dragar!

Pero más oneroso resultó todavía para la Marina ese inconcebible contrato, porque según una Memoria del Ingeniero Jefe Sr. D. Manuel Crespo y Lema, la Nación desembolsó más de un millón de reales en pago de fangos extraídos, *sin que nadie percibiese mejora alguna en las sondas de los Caños.*

Mejora! Desde entonces acá, el mal estado del de la Carraca ha ido tan en aumento, que sólo para franquear la entrada de los diques ¡sólo para esto! ha venido gastando la Marina unos siete ú ocho mil duros anuales en dragados de la más perfecta inutilidad, pasado el momento de la entrada ó salida de los buques.

IV.

Necesidad de nuevas explicaciones para dar razón de los aterramientos.

La esterilidad de los gastos ha producido la fatalista resignación con que muchos se conforman á ver perdido el Arsenal.—La construcción del Zuazo y la ida á pique de algunos barcos, no dan la explicación de lo reciente ni de sus causas actuales, por más que los sucesos ocurridos en tiempo de Felipe II y de la guerra de Sucesión pudieran preparar y predispusiesen la situación actual.—Buenas condiciones del Arsenal hasta hace 30 años, sin que nadie sospechase la inminencia de la inutilidad presente.—Junto al Zuazo se carenaban las grandes fragatas de la carrera de Filipinas: allí se desguazaron los navíos rusos: en 1857 se prolongó uno de los diques.—Méritos del Ingeniero Sr. D. Manuel Crespo.

La completa esterilidad de tan enorme suma de millones, y la incesante invasión de los fangos en los Caños de la Carraca, ha producido esa fatalista resignación con que muchos se conforman á ver perdido el Arsenal.

Por que dicen: Cuando Cádiz tenía mucho dinero, lo gastó pródigamente y hasta con tenacidad; pero nada consiguió. La Nación realizó un último esfuerzo vá para 16 años, y el gasto de otro millón más no se hizo perceptible á la sonda. ¿A qué seguir? Si se pierde el Arsenal, ¿qué le hemos de hacer?

Y, efectivamente; si no hubiese más medios para limpiar la bahía que los ineficaces empleados hasta aquí, de cierto que lo mejor sería ceder á la fatalidad. Es más: aún cuando el dragado fuera el único remedio, siempre sería irracional emplearlo pobremente. Si para contrarestar los aterramientos, se requiere una fuerza de mil ó dos mil caballos, es infructuoso combatir, caso de no dar los recursos para tanto, con la de 100 ó 200; á

menos de pretender únicamente retardar la ruina; nó evitarla: morir algo más tarde.

Pero la razón principal del desaliento que hasta en algunos marinos é ingenieros se nota, procede de la creencia en que muchos están de que las causas productoras de los aterramientos, (verdaderamente alarmantes) del Arsenal de la Carraca, son las mismas agencias que tienden á cegar la ensenada de Puerto Real y la media-luna donde desemboca el Rio Arillo.

Dos grandes méritos tiene, pues, la Memoria del citado ingeniero de la Armada Sr. Crespo y Lema.

Haber sido el primero en indicar una, y sin duda muy importante, de las verdaderas causas de estarse cegando los Caños de la Carraca; y haber dirigido poderosamente la atención de la Marina hácia medios distintos del dragado; que ciertamente, no es á fuerza de carbón de piedra como ha de limpiarse la bahía; y debe ya confiarse, merced al provechoso influjo ejercido por el Sr. Crespo, en que la Marina jamás volverá á pensar ni en gánguiles ni en dragas.

Indudablemente la construcción del puente Zuazo (obra de cierto notable para el arquitecto, pero censurable para el hidrólogo), hubo de cambiar el anterior régimen de las corrientes de marea que hacían, allá por los tiempos de Cristóbal Colón, surgideros de gran fondo la ensenada de Puerto Real y el Caño del Trocadero.

Indudablemente también el acto de echar á pique en 1596, en 1678 y en 1702 hasta 30 navíos, cuyos cascos nunca se sacaron, debió influir de un modo deplorable en los aterramientos, hasta de dos brazas de espesor en algunas partes de la bahía, denunciados por los prácticos de entonces.

Indudablemente, en fin, la reunión de ambas agencias debió ejercer influjo en los Caños del Arsenal.

Pero atribuir al Zuazo y á los buques hace siglos echados á pique en la bahía el deplorable estado actual de los Caños de la Carraca, es dar de lado á las causas muy recientes de tanta ruina, y arrojar al olvido el buen estado de esos Caños hace una generación: es en una palabra, desconocer que los Caños se

han hecho rapidísimamente impracticables á la bajamar en muchos sitios y en menos de 10 años. Hoy varan á marea baja lanchas de vapor de menos de cuatro palmos de calado en parajes donde hace seis años pasaban sin inconveniente, *á todas horas*, barcos de calado considerablemente mayor [1] y donde las sondas del *Piles* marcan más de tres metros de profundidad.

Tan excelente era el estado de todo el brazo de mar del Sancti Petri, que por eso el Arsenal, en 1760, fué establecido en él. Obras importantísimas, de carácter permanente, se sucedían sin interrupción, señal de que nadie soñaba con el estado actual. La inmensa fábrica de jarcia que se quemó en 1822 fué edificada de 1774 á 1777. La iglesia parroquial se fundó en 1791. Nuevas necesidades hicieron dar una segunda entrada al Arsenal, donde aún con letras de oro se lee todavía

REINANDO CÁRLOS IV 1796.

Al abrigo del Arsenal estuvo una vez, *según cuentan*, casi toda la Armada española y francesa que fué vencida en Trafalgar.

Después, en este siglo, los famosos navíos rusos, compra estulta de Fernando VII, se desguazaron junto al puente Zuazo; y allí se carenaban las grandes fragatas de la carrera de Manila, tales como la *Maribeles* y la *Fortuna*. Cuantos adultos de Cádiz hacían con frecuencia viajes á la vecina ciudad de Chiclana, recordarán haber visto desde el puente Zuazo buques de alto bordo en el contiguo carenero. Las puertas de los diques estaban siempre entonces practicables y jamás ofreció dificultad la entrada y salida del navío *Soberano*, allá por los años de 1840, y, después, del navío *Reina*, de moderna construcción. Pero ¿qué más? ¿No se prolongó hace como 25 años

(1) Véase los planos del *Piles*: al Sur del Vicario se consignan 3 metros y 2 decímetros. En todo el trayecto hácia el Sur donde están emplazados en el Sancti Petri las salinas *Los Santos*, *San Agapito*, *Margarita*, *San Francisco* y *San Pedro*, no se puede cargar sal á marea baja, como há poco se hacía.

(á costa de dispendiosos y muy importantes trabajos que dieron mucho crédito al ingeniero Sr. D. Ildefonso Sierra) uno de los tres diques del Arsenal para que pudiesen alojarse en él los grandes buques de la nueva arquitectura naval? ¿Soñaba alguien entonces que tan en breve sería una especie de "*imposible vencido*" la entrada en el dique de una embarcación como la *Blanca?*

Lo alarmante del crecimiento de los fangos ha sido su cualidad de CASI REPENTINO; y no es lícito ir á buscar la explicación de lo reciente,—*recientísimo*—ni sus causas actuales en sucesos ocurridos en tiempos de Felipe II ni en la guerra de Sucesión, por más que ellos, *sin género ninguno de duda,* prepararan y predispusieran la situación presente.

V.

Materiales que producen los aterramientos en los puertos oceánicos.

Los puertos se dividen en dos grandes clases.—Puertos oceánicos; puertos mediterráneos.—El fenómeno de las mareas hace precisa esta división.—I. En los puertos mediterráneos, los barcos están siempre á flote y á la altura de los muelles.—Facilidad para la carga y descarga en los puertos mediterráneos.—En los puertos oceánicos, las cubiertas de los buques se alzan y bajan respecto de los planos de los muelles.—Los barcos modernos no pueden sin detrimento varar á la bajamar.—Condiciones de un puerto de primer orden: puerto; antepuerto; *bassins à flot*.—Son un desideratum aquellos puertos donde á todas horas pueden los barcos atracar á los muelles.—II. En los puertos mediterráneos solo se introducen los barros aportados por los rios: deltas.—En los oceánicos entran los detritos de los rios, y, además, las arenas y los guijarros de las costas: barras.—Emplazamien to de los grandes puertos del mundo en los profundos canales de los estuarios.—Los deltas son estacionarios: amovibles las barras por las corrientes del mar.

Los puertos se dividen en dos grandes clases:

Puertos oceánicos;

Puertos mediterráneos.

Las mareas hacen indispensable esta distinción.

En el Mediterráneo es insensible la diferencia de niveles entre la creciente y la menguante; y los barcos se encuentran en los puertos siempre á flote. Las maniobras para la entrada y la salida no encuentran obstáculos por parte de las corrientes de flujo ó de reflujo, pues en ellos no existen; y las embarcaciones están constantemente en las dársenas á la altura de los muelles; por lo que no ofrece dificultad especial la carga y la descarga de las mercancías.

Pero en los puertos oceánicos, siempre el agua baja y su-

be: regularmente dos veces cada 24 horas y 50 minutos: en unas partes más, en otras ménos. En muchos puertos de marea las embarcaciones se quedan en seco á la bajamar; y, á fin de evitar los retardos, la pérdida de tiempo y los demás inconvenientes que para la carga y descarga presenta esta perpétua diferencia de altura de las cubiertas de los buques respecto del plano de los muelles, se han ejecutado últimamente obras inmensas en los puertos principales del mundo donde las mareas son de gran amplitud. Los antiguos barcos de madera podían sin reparo, quedar en seco á la menguante: y hasta se construían contando con esta circunstancia: pero, desde que han variado las condiciones de la arquitectura naval, es necesario mantener siempre flotantes los grandes buques de la construcción moderna.

La navegación por consiguiente, no pudo desarrollarse al extremo increíble en que la vemos hoy, hasta que los puertos de grandes mareas recibieron una nueva forma peculiar y característica de la época moderna, que los ha hecho á propósito para satisfacer las recientes necesidades.

En la mayor parte de las costas atlánticas pertenecientes á las naciones mas adelantadas, hoy un puerto de primer orden consta de:

1.° Una *rada*, donde los buques esperan la altura de la marea conveniente para entrar en el interior, ó el viento favorable para salir;

2.° Un *antepuerto*, donde las embarcaciones se hallan más al abrigo de los vientos y de las olas;

3.° Y de vastas y numerosas represas, llenas completamente de agua en los últimos momentos de las crecientes; y de donde, por medio de compuertas adecuadas, no se la deja luego salir á la bajamar. Estas represas, todas artificiales, llamadas por los franceses *bassins à flot*, y por los holandeses *doks*, constituyen el verdadero puerto; lugar de perpétua calma, donde el nivel es sensiblemente constante, y donde hay, en todo caso, fondo suficiente para que las embarcaciones siempre floten. Las represas—regularmente rectangulares —están circui-

das por los muelles, en cuyos bordes se levantan grandes gruas, y en cuyos terraplenes se extienden los almacenes, servidos por numerosas vías férreas, sobre las cuales circulan los wagones de carga y descarga movidos por locomotoras....

La comunicación entre el antepuerto y las represas se efectúa por medio de exclusas.

En el Havre hay nada menos que ocho muy grandes *bassins à flot*. Mas de 30 represas cuenta Liverpool en la actualidad.

Incuestionables ventajas son las de estas gigantescas máquinas del tráfico moderno; pero, como resultan penosas y difíciles las maniobras indispensables para pasar de la rada al antepuerto, del antepuerto á las exclusas y de éstas á los *bassins*, el desideratum del comercio en gran escala es todo puerto donde haya, *como afortunadamente en Cádiz*, profundidad de agua bastante para que los mayores buques puedan entrar y salir libremente á toda hora de la marea, y donde, además, puedan constantemente atracar los barcos á los muelles; lo que, si hoy todavía no pasa en Cádiz, pronto, por gran suerte de esta población, ocurrirá con el muelle de Puntales, que ya está en construcción. (1)

La necesidad de obras tan gigantescas y de tanto costo no es sin embargo el mayor de los inconvenientes de los puertos de marea, con ser ya tan onerosa semejante necesidad.

Las olas y las corrientes baten, descarnan, desagregan, muelen y dispersan los materiales de las costas; las minan, las roen, y hasta cambian su configuración. Aún las piedras graníticas ceden á los embates y roces incesantes de las arenas y de los guijarros que las embestidas huracanadas del mar ponen en movimiento.

En las costas escarpadas, las olas tempestuosas socavan las rocas por su base: enormes masas de piedras se desgajan y desprenden: al caer se hacen trizas; las aguas luego arrastran los guijarros, los desgastan y redondean con los roces de los unos

(1) No se olvide que esta Memoria del Sr. Benot se escribía hace 5 años.—*S. V.*

contra los otros, los trituran y porfirizan, y los convierten al fin en menuda arena ó en finísimo fango, según la naturaleza de las costas en que el mar hace erosión.

Las corrientes litorales y sobre todo, las mareas, arrastran tales detritos, y las depositan en el interior de los senos y de las anfractuosidades de las costas. De aquí los aterramientos *en general.*

Todavía el fenómeno se complica en la mayor parte de los puertos, por el transporte de tierras, limo y arenas de los ríos, perpétuos niveladores de la corteza terrestre, que llevan á la mar constantemente las eminencias de las montañas.

De aquí una nueva distinción entre los puertos oceánicos y los mediterráneos. [1]

En el Océano esos acarreos fluviales se combinan con los de las mareas, y su resultante constituye estuarios, barras y canales muy profundos, cerca de los cuales se encuentran los puertos principales del Globo: Hamburgo á la entrada del Elba, Lóndres en el Támesis, Havre en el Sena, Liverpool en el Mersey, Lisboa en el Tajo, Nueva-York en el Hudson, Buenos Aires en el Plata, Calcuta en el Ganges, &c. &c. En el Mediterráneo los acarreos fluviales producen solo deltas, á cuyas bocas no existen puertos de consideración, porque las corrientes de los rios mediterráneos no cavan esos canales profundos, carácter principal de los ríos de barras y estuarios. Alejandría no se alza sobre el Nilo, ni Marsella sobre el Ródano, ni Odessa sobre el Danubio.

Los deltas están constituidos por los materiales traídos desde el interior de los países atravesados por sus ríos, como el delta del Nilo, que cubre una superficie de más de dos millones de hectáreas. Los estuarios se forman, no solo con los detritos de las montañas, sino también con las erosiones de las costas; y sus materiales no permanecen estacionarios como los de los deltas, antes bien, arrastrados por las corrientes del mar, suelen trasladarse hasta costas muy lejanas.

---

(1) Véase Debauve.

La potencia de estos acarreos aturde la imaginación.

En las costas del Sena inferior la mar socava, roe y tritura una faja de roca de 228 kilómetros por 60 metros de alto y 30 centímetros de espesor, [1] lo que produce una erosión de más de 4 millones de metros cúbicos. En Calvados el desprendimiento, en una extensión de 110 kilómetros, se calcula en más de un millón. [2]

Entre la isla Wight y Dover, en un trayecto de 250 kilómetros, las erosiones importan 4 millones y medio de metros cúbicos de guijarros. A Fécamp llevan las corrientes 5 000 metros de piedra por año, al Havre 14 000, á Saint Valery 18 000, á Dieppe 30 000. [3] Los fangos—más fáciles de acarrear por las mareas—se acumulan por masas enormes en algunos puertos. En Saint Nazaire entran anualmente 200 000 metros cúbicos de fango.

Pero ¿á qué acrecentar ejemplos ni casos sorprendentes, cuando residimos en Cádiz, donde los últimos aterramientos dejan muy atrás á los de Saint Nazaire?

(1) Lamblardie.
(2) Debauve.
(3) Debauve.

VI.

Materiales que producen los aterramientos en la Bahia Gaditana.

Acarreos fluviales que llegan por el Guadalete á la bahía de Cádiz.—Su magnitud é importancia.—Cálculos de las toneladas de barros sedimentables durante un año en circunstancias normales.—Cálculo para un día en circunstancias excepcionales. —Antigüedad del fenómeno de los aterramientos.—Cádiz fué un diminuto archipiélago: peñones principales: formación de la Isla Gaditana.

Los acarreos fluviales son en Cádiz de una magnitud que asombra cuando se los estudia detenidamente; y hé aquí por qué sería el colmo del delirio pensar que el mal puede tener remedio por sí propio.

Sin embargo, quedan optimistas tan bien aventurados, que así lo afirman y lo aguardan; pero sin duda no han pensado bastante, ni con datos, sobre esa compleja cuestión, cuando confiadamente dicen: "En el mar todo es mudanza; hoy están las barras aquí: ayer se alzaban allá, y mañana los aterramientos caminarán hácia otro sitio: Cádiz es puerto desde tiempo inmemorial; y, por tanto, indefinidamente seguirá siéndolo, pues no hay razón para que *justamente ahora* suceda lo que no ha ocurrido en tantos siglos."

Ah! No. Hoy no existen ya marismas. Hoy existen los puentes del ferrocarril. Las marismas están TODAS cercadas por los salineros. Pero no hay que anticipar cuestiones cuya solución vendrá en su sitio.

Pocos han pensado en la cantidad de fangos que trae el rio Guadalete á la bahía gaditana.

¿Y habrá alguien tan candoroso que se atreva á confiar en

que el lavado y la erosión de la cuenca del Guadalete ha de cesar alguna vez?

Lo que con el transcurso de los siglos ha venido á constituir la bahía gaditana, fué en la época cuaternaria un diminuto archipiélago, cuyos peñones principales eran los que hoy sirven de asiento al Castillo de San Sebastián, á Cádiz, á Torregorda, al Castillo de Sancti Petri, al Cerro de los Mártires, á San Fernando y á Matagorda. Los barros del Guadalete, depositándose entre estos islotes, los soldaron entre sí, formando la Isla de León; y, además, constituyeron con el tiempo las marismas convertidas hoy en salinas. Así, pues, quedó el territorio de la Isla de León separado de la Península Española por el largo y sinuoso Estrecho del Sancti Petri. Todavía evidenciando la existencia del archipiélago, quedan otros muchos peñones no soldados por los fangos entre sí; tales como Las Puercas, Los Cochinos, El Diamante... libres aún de los aterramientos, por cubrirlos constante ó periódicamente las mareas, y ser por tanto muy eficaces junto á ellos las corrientes de la bahía.

Y no hay por qué admirar este grandioso aterramiento (que seguirá si la industria humana no se le opone, y pronto, con la pujante fuerza de las mareas mismas).

Al Nordeste de la provincia de Cádiz se levanta el grupo de sierras conocidas con los nombres de El Pinar, de El Endrinal y de Líbar, elevadas de mil á mil setecientos cincuenta metros sobre el nivel del mar, según el mapa del Sr. D. José Mac-Pherson. (1)

De este grupo de sierras se derraman las aguas de lluvia hácia el Este y hácia el Oeste.

Dan orígen al rio Guadalete los derrames de las vertientes Orientales, unidos á los de la serie de alturas y mesetas situadas al Norte de Ronda y á los de la Sierra Terril y demás al-

(1) Cerro del Pinar, 1 750m; Peñon de San Cristobal, 1572; Pozo de la Nieve, 1496; La Cumbre, 1 280; Puerto del Boyal, 1 200; Pico del Algibe, 1 1[illegible]4; Puerto del Pinar, 1 040; Grazalema, primeras casas, 910.

turas de la provincia de Sevilla, que alimentan al rio Guadalporcuna.

Los otros derrames de las vertientes Occidentales del grupo de sierras de El Pinar, de El Endrinal y de Líbar, dan orígen al rio Majaceite; el cual recibe las aguas de La Garganta de El Caballo y de otros arroyos, formados por los derrames de las sierras de El Algibe, de La Gallina y de Las Cabras.

El Guadalete, después de caminar al Oes-sudoeste, pasando por Villamartín, Bornos y Arcos, recibe en La Pedrosa el ya engrosado Majaceite, donde el caudal reunido de ambos pierde el carácter de los rios torrenciales ó de montaña; y se encamina siempre en la misma dirección Oes-sudoeste, hácia La Cartuja de Jerez; desde donde puede decirse que entra en los terrenos de marismas, para, bifurcándose, formar el estuario comprendido entre la desembocadura del Puerto de Santa María y el rio de San Pedro, que desembocan en la bahía Gaditana.

Según se vé, una mitad de la provincia de Cádiz da sus aguas al Guadalete y á sus afluencias. La superficie degradable por las lluvias que alimentan el rio, aunque muy difícil de determinar exactamente, *por falta de nivelaciones de precisión*, puede estimarse como de 3 500 á 4 000 kilómetros cuadrados: digamos como mínimo 3 500.

Ahora bien; las lluvias de la comarca gaditana son irregulares en extremo. El término medio anual es de unos 834 milímetros; y, sin embargo, el 9 de Noviembre de 1858 llovieron en Gibraltar 185 milímetros en 24 horas[1]: en 1871, durante solos 8 días, desde el 31 de Octubre al 7 de Noviembre, cayeron 334 milímetros.[2]

Muchos casos semejantes, perfectamente comprobados, pudieran aducirse.

Caen, por tanto, en la cuenca del Guadalete y de sus afluencias, algo como 3 000 millones de metros cúbicos de

(1) Véase *Gibraltar Directory* 1874, pág. 64, y *Lluvias é Inundaciones* por D. Vicente Vera, pág. 146.
(2) Véase Mac-Pherson. *Bosquejo Geológico de la provincia de Cádiz*. pág. 5.

aguas llovedizas, cuyo régimen y erosiones son inmensamente irregulares: torrenciales á veces en grado sumo: insignificantes en otras ocasiones.

Los terrenos de que toma agua el Guadalete pueden dividírse en:

Región superior de areniscas y calizas;

Región media de margas y arcillas;

Región inferior, ya próxima al mar, en que vuelve á haber arenas, si bien en cantidad escasa.

Los ríos en general arrastran una suma de materias sólidas que es función de la velocidad y de la naturaleza del terreno degradable.

El Sena, que regularmente arrastra de 200 á 300 gramos de tierras por metro cúbico, acarrea en las grandes avenidas hasta 2 kilógramos y 700 gramos. Mayores son los acarreos de otros ríos, por ejemplo, el Var, que en sus inundaciones arrastra hasta 36 kilógramos por metro cúbico.

El Guadalete á veces parece fango suelto: su color en las épocas de grandes lluvias no se distingue del de sus orillas; porque el desgaste de su extensa región de montañas, que llega hasta La Pedrosa, es, y tiene que ser enorme en los días diluviales y de excepción.

Estudiemos, pues, dos casos; por cierto bien distintos entre sí.

Supongamos (lo que no es verdad) que durante todo un año no haya días ningunos de lluvias torrenciales en la cuenca del Guadalete.

Regularmente y en los terrenos llanos (nó en los países de montañas y de picos altísimos como en la provincia gaditana), una tercera parte del agua llovediza se evapora, otra es absorbida por la tierra y solo un tercio llega al mar.

Supongamos, pues, (y es mucho suponer tratándose de un río de montaña) que solo llegan al mar 1 000 millones de metros cúbicos del agua que recoge el Guadalete en el hipotético caso de ese año de un llover nunca diluvial, sino de lluvias sosegadas; y admitamos que *en tal supuesto* traiga solo cada

metro cúbico 500 gramos de barro en suspensión, (lo que, para los que hemos visto el agua de ese río en las avenidas es poquísimo); y tendremos que anualmente (y como un mínimo) desembocan en la bahía 500 000 toneladas de materias propias para producir los aterramientos más formidables.

Pero, *evidentemente*, este supuesto es inadmisible por lo bajo; y, para hacerlo ver patentísimamente, estudiémos el caso de las lluvias del citado día 9 de Noviembre de 1858, en que cayeron 185 milímetros en 24 horas. Hagamos, pues, los correspondientes cálculos teniendo en cuenta, *primeramente*, que, cuando las lluvias son tan torrenciales, llegan al mar, nó el tercio, sino los dos tercios *cuando menos* de las aguas diluviales; y, en *segundo lugar*, que entonces solo un cómputo exageradísimo por lo muy bajo, puede suponer que cada metro cúbico de esas aguas torrenciales contenga únicamente tres kilógramos de barro. ¿Cómo solo tres kilógramos habían de dar al Guadalete su color de tierra en las grandes avenidas?

Sin embargo, supongamos que de las lluvias desatadas de ese día 9 de Noviembre 1858 no entraron en el mar más que los $\frac{2}{3}$ de las aguas diluviales; y admitamos que cada metro cúbico contenía únicamente tres kilógramos de barro. Pues, aún así, y con tan bajas estimaciones, resultará que en aquel día memorable degradó el Guadalete é hizo caminar hácia la bahía de Cádiz mucho más de un millón de toneladas de barro. ¡Nada menos que una mole capaz de haber cubierto á todo Cádiz con una tonga de un metro de altura! (1)

---

(1) 3 500 kilom.^{2} × 185 milim. de agua llovedíza el 9 Nov. 1858. = 647 500 000^{m3}.
Supongamos que de esta lluvia torrencial se empapó por la tierra y se perdió por evaporación $\frac{1}{3}$; y resultará que llegaron hasta el mar $\frac{2}{3}$ del agua llovida.

$$647\ 500\ 000 \times \tfrac{2}{3} = 431\ 666\ 666^{m3}$$

Admitamos que el Guadalete trajese en suspensión en tan anormales circunstancias solamente 3 kilógramos de barro por metro cúbico, y resultará que aquel día degradó el río una cantidad de materias sedimentables en la bahía de Cádiz igual á

$$431\ 666\ 666 \times 3^{k} = 1.295.000 \text{ toneladas.}$$

¡Cerca de un millón y trescientas mil toneladas de fango!
Suponiendo que la superficie bañada por la lluvia fuera de 3 000 kilom.^{2} únicamente, el cálculo daría 1 100 000 toneladas.
¡En todo caso, más de un millón de toneladas degradadas en un día y sedimentables en nuestra bahía!

Las arenas se depositan en la barra del Puerto de Santa María al encontrarse con el agua del mar que las detiene antagónicamente, con especialidad en los grandes temporales del Sudoeste, reinante justamente cuando hay grandes avenidas; y las arcillas en suspensión se van al mar, si la marea baja; y si sube, son conducidas por la marea á los sacos de la bahía y á los Caños del Sancti Petri y sus salinas. Antes, cuando había marismas, en ellas se sedimentaba gran parte de los barros y otra parte muy considerable volvía á salir en las vaciantes, por causa de las *corrientes naturales de limpia*, que entonces existían. Hoy, lo que entra no sale; y, como no hay marismas, todo el fango se remansa en los canales y los obstruye y terraplena.

¿Y existe todavía quién espere que natural y espontáneamente vuelva la bahía á su ser y estado anterior?

Lo que fué archipiélago es hoy sólo una isla; y esta isla se unirá pronto al continente, á dejarse las cosas como están.[1]

---

(1) Hecho el exámen químico de fangos recogidos en el Sancti Petri, se ha visto que está formado de las mismas sustancias que acarrea el Guadalete y constituyen los terrenos de su cuenca. Este exámen tuvo el sólo y especialísimo objeto de comprobar las aseveraciones de esta Memoria.

VII.

Tendencia á cegarse de todos los puertos oceánicos.

Dos causas de aterramientos: una natural: otra puramente humana. — La natural es muy lenta; la humana rapidísima.—I. Sedimentación, durante la estoa, de las erosiones litorales hechas por las olas y de las orográficas verificadas por los ríos.—Puertos cegados por este procedimiento natural. — Cambio de emplazamiento de otros.—Agencia de los estuarios y de las marismas en la conservación de los puertos que no cambian.—Necesidad de marismas extensísimas para la creación de corrientes naturales de limpia.—II. Celeridad de los aterramientos por las causas humanas.—Por qué.

De lo dicho se desprende que los puertos de marea, todos tienden á aterrarse.

Las erosiones de las costas por las olas y las de los montes acarreadas por los ríos, son llevadas al interior de las ensenadas durante las horas del flujo, y depositadas en los sacos, senos y anfractuosidades de la orilla durante la estoa; esto es, durante el tiempo en que las aguas marinas de la pleamar permanecen estacionarias antes de iniciarse la bajamar. Los resultados son formidables cuando las tormentas intervienen.

Muchos puertos se han cegado por este poderosísimo procedimiento natural. Otros han cambiado de sitio, al compás de las modificaciones experimentadas por sus estuarios respectivos; otros, en fin, se han conservado por la agencia misma de los estuarios ó de las marismas creadas por las mareas.

Cádiz se encontraba en este caso: hoy empieza á no estarlo: abandonado el mar á sus tendencias, pronto nos quedaremos sin puerto. Ya Puerto-Real, contrariamente á su nombre, no es

puerto: el Trocadero no es tampoco *el gran carenero de la carrera de Indias:* junto al Zuazo no hay ya fondo para buques como los navíos rusos ni la *Maribeles*. Es preciso que el público se alarme: no se trata de temores imaginarios: sirva lo pasado de vaticinio para lo porvenir.

Las materias arrancadas por las olas ó que, por su tenuidad se mantienen en suspensión en las aguas del mar, avanzan á marea alta hasta grandes distancias de las playas, y forman con el tiempo enormes depósitos de capas sedimentarias; que, al principio, están siempre cubiertas por el mar, lo mismo á marea alta que á marea baja; que, andando los años, se descubren solo á marea baja; que, más adelante, se cubren únicamente en mareas vivas; y que, al fin, quedando casi siempre en seco, son codiciosamente aprovechados por la industria, á causa de sus preciosas cualidades.

Naturalmente, la heterogeneidad de los materiales constitutivos de los estuarios y de las marismas, ofrece al desagüe de las mareas resistencias diferentes en unos sitios que en otros; y las aguas, por su peso y su velocidad, se abren anchurosos canales; someros al principio, cuando el estuario queda muy profundo á la pleamar; más profundos después, cuando el estuario se ha levantado algo sobre el nivel de la bajamar; y de mucho calado al fin, cuando los depósitos marinos han elevado el terreno sobre el nivel de la media-amplitud de la marea. Y, no solamente los canales ó los caños tienen que ser profundos, sino también de gran anchura, á fin de que por ellos pase, en el corto espacio de seis horas, la inmensa cantidad de agua necesaria para anegar á la pleamar todo el estuario ó la marisma entera. Las aguas de la creciente, aunque siempre cargadas de arenas y de fangos, pasan con tanta velocidad por estos canales y caños de alimentación, que no consienten en ellos depósitos ningunos; por lo cual se conserva la profundidad; pero esas mismas corrientes, por veloces que sean en los caños, se remansan siempre en las márgenes de las dilatadas superficies de las marismas que cubre el agua de cada creciente: las aguas, relativamente tranquilas luego en tan vastas extensiones, dejan po-

sar las materias que traían en suspensión; estas materias elevan insensiblemente el terreno, pues después de la estoa, aunque en los principios salen á la menguante por los mismos caños y canales comparativamente limpias, solo se llevan á la mar, por su gran velocidad, las materias que en los mismos caños y canales pudieran haberse posado en el breve tiempo de la estoa, pero nó las sedimentadas en los parajes donde las aguas carecen de suficiente velocidad.

Si la marisma tiene grandísima extensión, tarda siglos en cegarse, porque las materias sedimentarias, no bien se posan durante la parada de la pleamar, son arrancadas seguidamente en su *casi* totalidad, y devueltas á la mar, á causa de la gran velocidad de la vaciante; por manera que solo una pequeña diferencia entre lo que entra y lo que sale, resta para formar los depósitos sedimentarios. Pero, á medida que se alzan las marismas, la cantidad de agua almacenable en esos colosales recipientes vá disminuyendo: la velocidad vá acortándose en razón no directa de la elevación de los fondos, sino en razón creciente; y al cabo, sucede una de dos cosas: ó el mar levanta enteramente los fondos, y entonces la ensenada, cala ó anfractuosidad desaparece; ó el mar, dilatando EXCEPCIONALMENTE por los terrenos bajos de las playas sus sedimentos litorales y fluviales, acrecienta indefinidamente los límites de marismas y estuarios; y, entonces, almacenándose, como antes, *en las nuevas formaciones sedimentarias* enormes volúmenes de agua de mar, se mantienen pujantes las corrientes de limpia, y su energía perpetúa los canales, caños y ensenadas.

Si Cádiz es puerto desde el tiempo de los Fenicios, es que sus marismas tenían una extensión de muchas leguas cuadradas. La estructura geológica de las cercanías lo evidencia. Cuanto es ahora terreno de salinas fué un día receptáculo inmenso de las aguas de la pleamar.

El fenómeno de los aterramientos es acaso lento, pero creciente siempre; mas, además de sus causas naturales, es decir, además de la energía de las mareas y las olas, agente de los de-

pósitos que en el interior de las anfractuosidades forman los materiales obtenidos por la erosión de las costas y el lavado de los montes, existen causas puramente humanas, DEPENDIENTES DE LA VOLUNTAD, que aceleran de una manera increible la inutilización de los puertos y bahías. Y es que la influencia humana solo se hace sentir en momentos SUMAMENTE CRÍTICOS.

Cuando el mar, en la marcha lenta de los siglos ha elevado mucho las marismas, es decir, cuando el agua que estas almacenan es ya poca, *entonces precisamente la industria hace que sea ninguna*, porque justamente entonces las marismas se hallan en condiciones oportunas y favorables para que el arte se apodere de terrenos fertilísimos robados á las olas; unas veces propios para la labranza, como las tierras bajas de Holanda, y otras á propósito para la elaboración de sales, como las salinas de los contornos gaditanos.

Tanto pagan estos terrenos conquistados al mar, que hace poco hemos visto dejar en seco por la acción de poderosas bombas de vapor el famoso lago de Harlem; y, en vista del buen éxito obtenido por tan colosal empresa, veremos pronto destinado ál cultivo el inmenso Zuidersee.

El famoso Minard no titubeó en calificar de *mas activa* que las causas naturales; *progresivas, es verdad, pero lentas*, esta causa dependiente de la voluntad humana. Impedida la entrada del mar en los estuarios y marismas justamente cuando la velocidad de su marcha, por la elevación de los fondos, *es apenas la bastante para el mantenimiento y conservación de los caños*, cesan *de golpe* las corrientes de limpia; y los sacos de los canales y de los caños se ciegan *inmediatamente* y con rapidez tal, que nadie era capaz de predecirla antes de ser entregadas las marismas á la industria.

Y, sin embargo, la experiencia de muchos puertos (Calais, Dunkerque, Ostende....) debía servir de saludable lección para no quitar á los puertos sus corrientes naturales de limpia [1], á menos de recurrir en el ACTO á los medios artificiales que las SUPLEN Y AVENTAJAN.

---

(1) Véase Minard. páginas 45 á 50. Véase "Notice historique sur la Ville d'Ostende," por Belpaire, Bruselas 1836.

VIII.

Explicaciones novísimas de los aterramientos de la bahia.

Acarreo de los arroyos Zurraque é Iro.—Borriñas.—Nubes de polvo del Levante sobre los caños del Arsenal.—Ningunas de estas causas basta para explicar la magnitud del conflicto: importancia relativa de las dos últimas.—Perjudicialísima construcción de los puentes del ferrocarril.—Construcción de los muelles de carga y descarga de carbón en la Isla Verde.—Enterramiento de maderas en los cantiles del caño principal.—Conversión de las marismas en salinas.—Méritos contraidos por los ingenieros Sres. Crespo y Almeyda al evidenciar la última de estas causas.—Méritos del Sr. Almeyda al señalar la influencia del primer puente del ferrocarril en los aterramientos.

La repentina obstrucción de los caños del Arsenal de la Carraca ha ejercitado en estos últimos años la sagacidad de entendidos pensadores, quienes, para explicarla, no se han remontado ya á la época de la construcción del puente Zuazo, ni á los tiempos en que se echaban á pique los barcos por actos de guerra.

Unos la han atribuído á los acarreos de los arroyos conocidos con los nombres del Zurraque y del Iro: otros á las tierras que las lluvias arrancan de los muros de fango seco de las salinas, y que se designa con el nombre de BORRIÑA por los prácticos de la ribera; otros, en fin, á los transportes de materias ténues que el Levante, cuando sopla con furia, deja caer en forma de finísimo polvo sobre toda la extensa superficie, hoy destinada á la industria de la sal.

Verdaderamente, estas causas, ni por sí solas, ni en conjunto, son bastantes para la explicación del fenómeno.

Las corrientes del Iro y del Zurraque van al mar por la boca del Castillo de Sancti Petri, sin pasar por delante de la Carraca; por otra parte (y esto es decisivo) sus acarreos, no son de la materia de los fangos, y sí factor de la barra situada á la boca del Castillo.

El polvo que los Levantes furiosos arrastran (á veces en cantidad más importantes de lo que una superficial computación pudiera suponer) no constituye, sin embargo, una mole suficiente para cegar los caños: ni toda su masa—que se esparce y desparrama por la región salinera—vá á posarse precisamente sobre las afluencias al caño que corre por delante del Arsenal.

Las borriñas no existirían en cantidades imponentes, si no existieran los muros de fango seco de las salinas. Serán todo lo más una subcausa (como el polvo de Levante); pero nó la causa principal. Quítense las salinas y no habrá ya muros de fango lavados por las lluvias. Por otra parte, no todas las borriñas afluyen al caño del Arsenal.

Para explicar, pues, el repentino conflicto que ciega á pasos agigantados este gran estero, es preciso recurrir á causas de primer orden, poderosas "MUY RECIENTES" y que NO HAYAN EXISTIDO en época ninguna anterior; nó cual las nubes de polvo de Levante ni los arrastres de pobres arroyones como el Zurraque y el Iro, que en la serie de los siglos *han tenido tiempo sobrado* para consumar la catástrofe de que ahora se les acusa, y de que están bien inocentes.

¿Qué ha ocurrido, pues, en estos últimos años NO EXISTENTE EN TIEMPOS ANTERIORES y que puede ser la causa de estos flamantes aterramientos, ni aun sospechados siquiera hace una generación, supuesto que entonces podían llegar hasta el Zuazo buques de alto bordo y se ensanchaba uno de los diques del Arsenal?

Al Sr. Ingeniero Jefe D. Manuel Crespo y Lema, corresponde, como ya en justo testimonio de verdad queda dicho, la gloria y la prioridad de haber designado con toda exactitud una

de las causas del fenómeno; y al Sr. Ingeniero D. Joaquín Almeyda y Benitez la de haber consignado, no solo esa misma causa principal, sino tambien otra de importancia no menor. Ambos Señores coinciden en señalar como causa eficiente del conflicto la conversión de las marismas en salinas; pero el Sr. Almeyda, además, indica como con-causa importantísima la moderna construcción del primer puente del ferrocarril.

En Setiembre de 1873 ya informaba el Sr. Ingeniero Crespo y Lema, con sumo acierto, lo siguiente:

"Las aguas del mar, agitadas por los vientos, están siempre cargadas de materias terrosas en suspensión, recogidas por el lavado de los fondos y las costas.... Estas materias tienden á depositarse do quiera encuentra el agua la necesaria tranquilidad para ello; de modo que es condición natural de toda dársena alimentada por las aguas marinas el irse terraplenando constantemente".... "Es, pues, indispensable *obtener la tranquilidad de los buques; pero no la del agua*, para tener un puerto que conserve su profundidad; es decir, que en los puertos de marea es necesario, por medio de corrientes, hacer imposible los depósitos".... "El efecto natural y permanente de los fangos y arenas finas que trae la mar á todas las bahías y ensenadas del Oceano, es el de depositarse en lo interior de ellas, disminuyendo de este modo lo capacidad de los reservatorios; lo que, acortando las corrientes, hace que los canales de estas bahías y ensenadas tiendan siempre á terraplenarse".... "A esta causa natural de obstrucción es necesario añadir *otra mas activa*, cual es la disminución de las marismas bañadas por el mar, producida por la parte que utiliza el hombre en cultivos, salinas, &c."... "A esta causa debe atribuirse EVIDENTEMENTE la.... pérdida del Arsenal de la Carraca y del Trocadero; pues otras veces grandes extensiones *de terrenos bañados por el mar, mantenian corrientes potentes y prolongadas que limpiaban estos puertos*".... "La gran influencia que tienen las corrientes en los puertos y *la necesidad de grandes extensiones de terrenos inun-*

dables para conservarlos, están perfectamente demostrados por experiencia," &c.

Como se vé, la repentina obstrucción del Caño del Arsenal depende de dos causas, según la doctrina del Sr. Crespo:

1.ª De la natural, *progresiva pero lenta*, que produce los aterramientos de lo interior de todas las bahías y ensenadas de marea;

2.ª Y de la artificial, *mucho más activa que la anterior*, dependiente de la industria humana, que utiliza para cultivos, salinas, piscicultura, &c., los terrenos inundables, donde, almacenándose antes durante seis horas, enormes masas de agua marina, mantenían, durante otras seis, corrientes de limpia poderosas y permanentes.

El Ayuntamiento de la vecina ciudad de San Fernando, deseoso de poner un remedio á la invasión alarmante de los fangos, abrió patrióticamente en Julio último (1881) un certámen científico para conocer las causas de los recientes aterramientos. El Jurado, compuesto de personas muy competentes[1], adjudicó el premio en 26 de Julio á la Memoria suscripta por el Sr. D. Joaquín Almeyda y Benítez, documento notable que revela en su autor gran conocimiento del asunto, dotes muy raras de observación, y, sobre todo, tino práctico para el remedio del mal.

El Sr. Almeyda también atribuye el conflicto á la utilización de terrenos antes inundables y hoy destinados á la fabricación de la sal; y agrega como concausas de los aterramientos:

1.º La construcción del puente del ferrocarril entre el Zuazo y el Arsenal;

2.º La de los muelles de carga y descarga de carbón en la Isla Verde.

---

(1) Los Sres. D. Cecilio Pujazón, capitán de navío y Director del Observatorio de San Fernando; D. Tomás de Lora, Coronel de Estado Mayor de Artillería de Marina; D. Salvador Cerón, Ingeniero Inspector de Montes de la provincia; D. José M.ª Echegaray, Ingeniero Jefe de la Armada, y D. Armando Hexode, id. id.

3.º El acopio de las maderas enterradas en los cantiles del Caño principal, cerca de los diques en la costa de la antigua fábrica de jarcia, en la orilla opuesta, y en el Caño de la Culebra, límite Sur del Arsenal, y...

4.º El polvo de Levante y las borriñas.

Hé aquí lo que respecto de las salinas dice el laureado del Certámen Municipal de San Fernando:

"Las pingües ganancias que ha rendido y rinde la fabricación de la sal, despertó en los especuladores tal *furor salinero*, que hubo un tiempo en que no se pasaba día sin peticiones de terrenos para construir nuevas salinas. En un principio, el inteligente y nunca bien sentido Comandante de Ingenieros que mandaba el Cuerpo en el Departamento [1], se opuso á que se concedieran terrenos desde el sitio donde las aguas corren en las vaciantes hácia el Arsenal, ó sea desde Zaporito á el interior de la bahía... pero, habiendo fallecido el Sr. Lomas, se concedieron luego permisos para abrir salinas, no sólo en los terrenos apartados del Arsenal, desde donde las aguas corrían hácia él, sino á las puertas mismas del Establecimiento y en todo su recinto, llegando el caso de no quedar en toda la ribera un palmo de terreno que no esté ya cercado."

"Antes de la apertura ó construcción de tantas salinas, toda la ribera se componía de inmensas marismas que servían de receptáculo á un gran volúmen de agua, la cual entraba y salía cada doce horas por el Caño de la Carraca; y, tanto para llenarse á la marea creciente, cuanto para vaciarse á la menguante, el agua se precipitaba con gran fuerza... &c."

Coinciden, pues, en cuanto á la causa general, dos personas tan competentes como los Sres. Crespo y Almeyda.

Respecto de la construcción del puente del ferrocarril, de los muelles de carga y descarga de carbón en La Isla Verde y del enterramiento de maderas, es incuestionable cuanto dice el Sr. Almeyda:

(1) D. Juan García de Lomas.

"La construcción del puente del ferrocarril ha reducido el ancho del río, tanto por el espesor de sus pilas, cuanto por el *avance en él de sus estribos*, haciendo que la fuerza de las corrientes solo se ejerza sobre el centro y resulten remansos en las orillas, sobre las que se depositan las tierras que trae el agua en suspensión:.... al estrecharse el Caño en esta parte, sus fuerzas disminuyen en los sitios más anchos, donde quedan casi en reposo, dando lugar á que los arrastres que arrancan del centro, donde únicamente corren con rapidez, vayan á depositarse en las orillas y puntos *ensenados, como son las puertas de los diques.*"

"Con los muelles construídos en La Isla Verde sucede lo mismo que con los estribos del puente del ferrocarril: el *avance* hácia el centro del Caño desvía la corriente y crea remansos, que naturalmente van llenándose de las materias que conducen las aguas, y depositan en los reposos á que han quedado *artificialmente* sujetas."

"Cuando la época de los grandes acopios de maderas para el consumo de los Arsenales, se ordenó impremeditadamente que se enterraran infinidad de cargamentos de aquel material, con lo que se crearon obstáculos á la libre circulación de las aguas, y de consiguiente abrigos ó remansos, donde en reposo fueran tranquilamente depositando cada día las materias que arrastran; pues bien sabido es que un buque á pique, un simple madero, una valiza ó cualquier obstáculo puesto á la libre circulación de las corrientes, basta para levantar un bajo en un corto transcurso de tiempo."

Todavía es más esplícito que el Sr. Almeyda otra autoridad en el asunto, consultada especialmente, el cual se expresa como sigue:

"¿Qué ha ocurrido, pues, RECIENTE, NOVÍSIMO, para que en menos de una generación hayan perdido sus fondos los caños? Lo más reciente que ha contribuido al mal ha sido la construcción de los tres puentes del ferrocarril, novísimo obstáculo á las corrientes naturales; y, por tanto, nueva ocasión para que las partículas en suspensión lleguen á sedimentarse para no ser

arrancadas nunca más. Los puentes, pues, y sobre todo el funestísimo sistema de arrojar piedras á El Río para afirmarles los estribos, han hecho más daño á la parte del Caño situada hácia el Arsenal, que la última conversión de las marismas en las salinas recientemente roturadas.''

El Sr. Almeyda no habla de la construcción de los otros dos puentes del ferrocarril, el uno sobre el caño del Águila y próximo á su entrada, y el otro sobre el caño de El Horcajo, sino que se limita al primer puente sobre el Río Sancti Petri, situado entre los caños de la Asunción y de San Antonio; pero es claro que lo dicho respecto del puente principal de la línea férrea es aplicable á los otros dos, que tienen ya obstruídos sus caños respectivos. Y, por supuesto, á los tres conviene la crítica que sobre la semipresa del puente Zuazo hizo tan sabiamente el Ingeniero Sr. D. Carlos Córtes en 1863, y de la cual queda hecha mención.

Pero respecto del puente primero del ferrocarril, situado entre los caños de la Asunción y de San Antonio sobre el Sancti Petri, hay la circunstancia agravante de que su semipresa y la semipresa del Zuazo, juntamente con las orillas del caño del Arsenal, constituyen á marea baja un verdadero y absurdo estanque cuadrangular, en cuyo fondo se han depositado durante la estoa en estos últimos años las materias sedimentarias que entran á cada creciente, y que, no pudiendo salir á la menguante, por impedirlo las escolleras perdidas que constituyen los cimientos del Zuazo y del dicho primer puente del ferrocarril, han levantado en cortísimos años el fondo de hasta 5 brazas que en algunos parajes antes existía en el espacio hoy situado entre ambos puentes.

La existencia de este inconcebible *estanque submarino* merecería crítica especialísima y censura muy amarga, si las poderosas razones expuestas por el Sr. Córtes respecto de la semipresa ó escollera perdida sobre que descansa el Zuazo, dejáran algo que desear. ¡Ah! Si una sola semipresa causó todos los males que en el régimen del Sancti Petri se notaron ya en los siglos XVII y XVIII, ¿qué decir respecto de la existencia

de dos semipresas sucesivas á las puertas mismas del Arsenal? ¿Cómo la Marina pudo consentir un levantamiento de puentes tan funestos para la existencia del caño? ¿Cómo no alzó el grito contra tan comprometedora construcción la ciudad de San Fernando? ¿Cómo Cádiz los dejó hacer? Pero, sobre todo, ¿cómo es que aun existen? (1)

---

(1) Hé aquí la opinión de otra autoridad en la materia consultada expresamente acerca del particular:

"Los pilares del puente se construyeron sobre los fangos, buscando el firme con pilotes; pero después, al ver los ingenieros del Ferrocarril que los pilares tenían movimiento, los empotraron en una robustísima escollera, arrojando al rededor de ellos un monte de piedra perdida; y, exceptuando un insignificante canalizo en el ojo central: todo lo demás quedó ciego enteramente.

"Así, pues, desde el fondo hasta el nivel de las más escoradas bajamares, el Caño del Arsenal está interceptado perpendicularmente á su dirección, de manera que no pasa hácia el Zuazo mas agua que la que puede correr por encima de la escollera cuando la marea sube; mientras que, antes de la construcción del puente, pasaba no solo la de las crecientes, sino también, y á mayor abundamiento, cuanta permitía toda la sección anegada, obstruída hoy por la escollera hasta la línea de la bajamar.

"¿Cómo la Marina, habiendo habido quien con tiempo se lo advirtiese, dándole fatídicas voces de alerta, consintió obstrucción tan insensata? El canal tenía en aquel sitio más de tres brazas de profundidad, y por consiguiente, cuando ahora empieza á subir la marea y corren por encima de la escollera dos piés de agua por ejemplo, pasaban antes no solamente esos dos piés, sino 18 ó 20 más.

"¿Quién pudo no esperar, cuando el puente se hizo, lo que ha ocurrido, y necesariamente había de ocurrir? Y ¿cómo no remediar ahora, y cuanto antes, lo que entonces se consintió con imprudencia imperdonable? Pero hay más.

"A las crecientes el malecón ha detenido por el lado del Arsenal los barros de las aguas que subían hácia el Zuazo: á las vaciantes el mismo malecón ha interceptado por el lado del Zuazo los fangos que del Zuazo descendían; y, así, en pocos meses, y á ojos vistas, los fangos se elevaron hasta la cresta de la escollera; y el paraje que en tiempos de Tofiño tenía hasta 21 piés de profundidad á marea baja, hoy se ha quedado sin ninguna.

"¿Y esto asombra?

"Ya no quedan marismas; pero, aún cuando quedaran, carecerían de arteria suficiente para su alimentación.

"Yo creo, por lo dicho, que de todas las influencias que Vd. califica de *puramente humanas*, ninguna más moderna ni al mismo tiempo más perjudicial que la construcción del primer puente del ferrocarril."

¡No puede darse una descripción más atinada y enérgica!

Y considérese además lo que sigue: Desde la cresta de la escollera del puente del ferrocarril hasta *el firme* del caño hay 29 metros (!)—profundidad sin duda existente cuando fué construido el Zuazo por el ingeniero Marín. Construido ya el Zuazo, el fondo en dos siglos quedó reducido á los 21 piés que marca Tofiño, en vez de los 29 metros anteriores. Pues si esto sucedió en 2 siglos, no habiendo más que un solo puente, ¿cómo extrañar que, habiendo ahora dos, se haya terraplenado en 25 años, todo el espacio intermedio?

IX.

Aterramiento por la conversión de las marismas en salinas.

Número de salinas antiguas.—Número de las recientes.—Nada queda de las marismas sin cercar.—Pormenores—La falta de marismas es causa bastante á explicar lo reciente de los aterramientos.—Qué debe entenderse por reciente.

Se han sucedido tan próximamente las nuevas roturaciones de salinas y la obstrucción de todos los Caños, que ha sido muy natural atribuir á esos hechos correlación y dependencia, especialmente después de haberla afirmado hombres entendidos conocedores del asunto. Hoy creen en ella los prácticos de la ribera y la generalidad del público.

Pero desde luego ocurre hacer dos preguntas:

1.ª ¿Son efectivamente las roturaciones inculpadas fenómeno reciente y que no existía cuando el Caño de la Carraca estaba en el siglo pasado practicable hasta el Zuazo?

2.ª En caso afirmativo, ¿es la conversión de todas las marismas en salinas causa suficiente para explicar los repentinos aterramientos y las alarmantes obstrucciones de los Caños todos?

Conviene, pues, examinar detenidamente estas dos cuestiones para no incurrir en el conocido paralogismo *post hoc, ergo propter hoc.* Nó porque un hecho acontezca posteriormente á otro, se sigue siempre que el primero sea la causa del segundo.

La reciente roturación de gran número de salinas es un

hecho tan conocido y del dominio público, que la contestación en sentido afirmativo á la primera pregunta está en la conciencia de todos cuantos se ocupan en la elaboración y el tráfico de la sal.

Pero, acaso, no baste tal convicción para los no interesados en la industria salinera; y, con el objeto de llevarla al ánimo de todos, conviene dilucidar el asunto cuanto sea dable.

Hoy existen en toda la ribera 130 salinas, conforme aparecen en la lista siguiente; pero en 1823 solo había las 66 marcadas con asterisco, según consta de plano muy detallado de Cádiz y sus alrededores, levantado en 1823 con fines estratégicos, por una Comisión de ingenieros franceses y españoles.(1)

SALINAS DE TODA LA RIBERA EN 1881.

TÉRMINO DE CÁDIZ.

* Dolores.
  S. Félix.
* Roqueta y Preciosa.

3

TÉRMINO DE SAN FERNANDO.

* Ángeles Custodios.
  Ángeles de San Cayetano.
  Asunción.
* Belén y Animas.
* Corazón de Jesús.
  Covadonga.
  Esperanza (Siglo XIX.)
* Estanquillo.

(1) A falta de planos, consúltese el detenido Nomenclator, [*cuaderno A*] debido á la laboriosidad del Sr. D. Enrique Garrido.

* Ntra. Sra. de los Santos.
* Los Patronos.
* Magdalena.
San Adolfo.
* San Agapito.
* San Agustín.
* San Cayetano.
* San Francisco de Asis.
* San Gabriel.
* San Juán Bautista.
* San Judas.
* San Miguel.
San Nicolás.
* San Pedro.
* San Salvador.
* San Vicente.
Sta. Leocadia.
* Sta. Margarita.
Los Tres Amigos.
Victoria (de Laclica.)

28

TÉRMINO DE CHICLANA.

Borriquera.
Esperanza (nueva).
Imperial.
Industria.
Matilde.
Pastora (nueva).
San Alejandro.
San Antonio (nueva).
San Basilio.
San Enrique.

San Eugenio.
San Federico.
San Joaquín.
San José (nueva).
San José y Sta. Ana.
San Juán (de Bativar).
San Juán Crisóstomo.
San Juán Nepomuceno.
San Miguel y San José.
San Pablo.
San Pedro (los hermanos).
San Ramón.
San Ricardo.
Sta. Amalia.
Sta. Beatriz.
Sta. Catalina.
Sta. Isabel (segunda).
Sta. María de Jesús.
Sta. Teresa de la Paz.
* Vicario.

30

TÉRMINO DE PUERTO REAL.

* Águila.
* Ánimas.
* Atravesada.
Aurora.
* Belén (de Levante)
* Belén (de Poniente)
* Carmen (nuevo)
Carmen y San Miguel.
* Carmen (viejo).
Concepción.

Conchita.
Consulado.
Covacha.
Desamparados.
* Dulce Nombre.
Esperanza (chica).
* Esperanza (grande).
* Hacienda (chica).
Imposible.
* Isleta (chica).
* Isleta (grande).
Mercedes.
* Misericordia.
* Ntra. Sra. de Barbanera.
* Ntra. Sra. del Rosario.
* Ntra. Sra. de la O.
* Ntra. Sra. de la Soledad.
* Palmar.
* Pastora.
* Patricio del Palmar.
Patricio y Aurora.
Patrocinio.
* Perla.
* Pilar.
* Polvera.
* Pópulo.
* Regla y Rosa.
* San Antonio.
San Canuto.
* San Diego.
* San Felipe.
* San Fernando.
* San Francisco Javier.
San José.
* San José (de Barbanera.)
* San León.

San Lorenzo.
San Luís (de Levante.)
San Luís (del Norte)
San Manuel.
* San Miguel de la Rosa.
* San Pascual.
* San Rafael.
* San Rafael del Monte.
San Sebastián (del Carmen)
San Sebastián (de la Cortadura.)
* Santiago.
* Santa Ana.
* Santa Bárbara.
* Santa Cruz.
Santa Emilia.
Santa Gertrudis.
Santa Isabel.
Santa Rita.
* Santa Teresa de Jesús.
* Santo Domingo.
* Talanquera.
* Trinidad.
Victoria (del Trocadero.)

69

RESUMEN.

	Antiguas.	*Modernas*	*Total*
Término de Cádiz	2	1	3
Idem de San Fernando..	19	9	28
Idem de Chiclana	1	29	30
	22	39	61
Término de Puerto Real.........	44	25	69
	66	64	130

Esta lista nos demuestra lo reciente de las roturaciones en el término de Chiclana, donde en 1823 no había más que una sola salina, *El Vicario*, y donde hoy existen 30. Las 29 son, pues, de reciente roturación.

La conversión en salinas de todas las marismas de la ribera afecta sin duda al régimen general de la bahía, pero toca con especialidad al Sancti Petri: indirectamente por las salinas de Puerto Real, y directamente por las demás.

No existiendo ya terrenos anegables en Puerto Real, los fangos del Guadalete que en ellos habían de posarse, van ahora al Caño del Arsenal aumentando la cuota sedimentaria que antes le correspondía. Pero, fuera de esto, aunque las salinas actuales son 130, las de Puerto Real no deben casi entrar en cuenta para los cálculos referentes al Caño del Arsenal. Descontadas, pues, las 69 salinas del término de Puerto Real, restan 61 en los términos de Cádiz, San Fernando y Chiclana, de las cuales solo 22 existían en 1823, y, por consiguiente, son 39 las de roturación reciente: ¡casi el doble! ¿Cómo, pues, ha de haber ya corrientes naturales de limpïa? ¿Cómo, pues, no han de cegarse rapidísimamente los Caños del Sancti Petri y los que afluyen á él?

Pero hay más todavía: tanto en el término de San Fernando como en el de Chiclana existen salinas emplazadas en los terrenos mismos que antes ocupaban grandes esteros;—arterias hoy cerradas á la libre circulación de las aguas del mar.

Esta falta de circulaciones no contribuye poco al conflicto. El río Arillo comunicaba antes con el Oceano, y ahora nó. Hoy están cerradas las comunicaciones del Zurraque con los caños Talanquera, Soledad y la Quebrada. También han sido cortadas las comunicaciones del caño de Ureña con los de las Antillas y la Asunción; la de El Tornillo con la de un caño hoy casi completamente obstruído que había frente al de San Juán Bautista; la de El Carbonero con el Alcornocal. Además existen otras muchas incomunicaciones de entidad menor, que antes había entre diferentes caños.

Sería de grandísima conveniencia saber, ó hallar exacta-

mente, la relación entre las superficies ocupadas en 1823 por las 22 salinas antiguas y las pertenecientes á las otras 39 modernamente roturadas en los términos de San Fernando y de Chiclana; pero hoy es imposible indicarla, ni aun siquiera con groserísima aproximación, por no existir planos de ellas detallados. Por otra parte, la mayoría de los dueños ignora el área que ocupan sus fincas y sus fábricas, y ningun interés tienen en averiguarlo, pues los amillaramientos se hacen, como es sabido, por el número de tajos.

Acudir á los documentos de concesión, sería también inútil, pues (lo que parece increíble, y sin embargo es verdad,) en las concesiones no se consigna dimensión ninguna, y únicamente se hallan mencionados los linderos, que naturalmente, suelen estar determinados por otras salinas no medidas tampoco jamás, y por algún caño ó rabisón cuyos nombres solo conocen los prácticos; pues ni consignados están en los planos generales existentes.

Pero, aunque se ignora la relación exacta entre la superficie de las salinas antiguas y la de las 29 modernas, basta la inspección de los planos comunes para convencerse de que el agua que entraba en las extensas marismas, canales, caños, rabisas y rabisones hoy cercados, salía en su mayor parte por el lado del Arsenal.

Y, á falta de planos, bastaría la tradición unánime de los prácticos, conocedores de la localidad.

¿Cuánto, pues, ha quedado sin utilización salinera en la vasta superficie de 5 000 hectáreas que hoy ocupan las 130 salinas actuales y que antes eran marismas?

NADA.

El *furor salinero*, como el Sr. Almeyda llamó á la priesa que el capital se daba hace 20 años en roturar salinas, no ha dejado en toda la ribera ni un palmo de marismas sin cercar.

¿Qué extraño es, por consiguiente, y á primera vista que no habiendo ya receptáculos bastantes para el agua de las *corrientes naturales de limpia* se hayan cegado los caños REPENTINAMENTE?

Pero, antes de seguir adelante, conviene decir dos palabras sobre el valor que deba darse á esta palabra REPENTINAMENTE.

El fenómeno de los aterramientos viene verificándose *sin cesar* desde hace muchos siglos; pero, cuando en el pasado había á bajamar 3, 4 y hasta 5 brazas de agua entre el Arsenal y el Zuazo y lo mismo hácia la parte del Castillo, nadie se ponía á pensar en si los fangos se elevaban ó nó. Además la elevación debía ser entonces poco sensible; y, por serlo, no se sospechaba siquiera su existencia en aquella época ni mucho tiempo después.

Sin embargo, hace como unos 40 años, se notaba ya que los buques de cruz de la carrera de Manila no podían llegar tan fácilmente, como antes, á carenarse al Astillero del Puente Zuazo; por lo cual dejaron definitivamente de ir á él, atendidas las dificultades experimentadas por el último allí carenado, que fué la fragata *Esmeralda*.

Entretanto, como el navío *Soberano* y el *Reina* hallaban calado suficiente para entrar en los diques, nadie se preocupaba con la elevación de los fangos. Pero hoy, ya es otra cosa! Una pulgada que suban los fondos de los menguados depósitos existentes, representa una disminución de velocidad muy apreciable, un aumento subsiguiente en los aterramientos diarios, una constante agonía, y la muerte próxima del Arsenal.

En *esencia*, pues, no ha ocurrido nada que no viniera ya ocurriendo desde muchos siglos atrás; pero lo *accidental*, es decir, el *tiempo*, *la flamante celeridad* de la invasión fangosa ha aumentado, y se ha hecho más notable, porque se ha hecho sensible á los observadores de una sola generación; y se juzga *repentino* el conflicto, y acaso *nuevo* y *sin precedente*, porque no se trata ya de brazas de sonda sino de piés, y hasta de pulgadas; dado que los fangos se han ido elevando *pulgadas*, *piés* y hasta *brazas* en muy cortos intervalos de tiempo, conforme á la ley especial de estos fenómenos: *sedimentación* diaria de arenas y de fangos sutilísimos; *disminución* consiguiente de los depósitos de aguas marinas; *decremento* necesario de la ve-

locidad de las corrientes naturales; *creciente falta de erosión de los fondos; y rápido cegamiento*, cada vez más notable en iguales períodos sucesivos.

Pero no anticipemos materia que merece dilucidación especial. Si la tocamos es para hacer comprender *desde luego y sin pormenores* el cómo muy pocas salinas, *una sola* haya podido bastar para que la fuerza erosiva de las *corrientes naturales*, resultara completamente ineficaz, no ya para no profundizar, pero ni aun siquiera para *conservar* los fondos.

Si al emprenderse las últimas y muy recientes roturaciones la fuerza erosiva no era mas que la *absolutamente necesaria* para llevarse á cada bajamar lo que durante la pleamar se sedimentaba, es decir, si la fuerza erosiva y la de sedimentación han estado algun día en el fiel por equilibrarse sus efectos ¿no es claro *teóricamente* que una sola palada de fango debió ser bastante para producir desde el día siguiente un aterramiento insignificante si se quiere, pero que debió ir creciendo con el tiempo en serie rapidísima? Pues, si esto es así, ¡qué no ha podido producir la ida á pique de un barco en paraje comprometido, la indiscreta construcción de un puente que priva á un caño principal *de toda su sección mojada*, ó la roturación, nó de una sola salina, sino de muchas, muchísimas más!!

X.

Consideraciones especiales sobre la influencia de la conversión de las marismas en salinas.

Carencia de fórmulas que determinen la extensión de marismas necesarias para las corrientes naturales de limpia.—Datos relativos á Ostende.—Irremisibilidad de los aterramientos, en cuanto por falta de marismas carecen las aguas de la celeridad de erosión.—Por qué el Sancti Petri, en virtud de las presiones hidráulicas antagonistas de las aguas que lo llenan debe ser considerado como dos callejones sin salida: importancia capital de esta consideración.

Corresponde ahora contestar, entrando en pormenores, á la segunda pregunta formulada al principio de la sección anterior IX.

¿El hecho de haber la industria salinera privado de todas sus marismas al Sancti Petri, es motivo bastante para explicar la rapidez de los aterramientos?

A no dudarlo es causa por sí sola suficiente, aun cuando no existieran los puentes del ferrocarril.

Sobre esto no puede caber la menor duda.

Privado de sus marismas ó recipientes anegables, el caño del Arsenal se ha quedado reducido á un *angostísimo callejón sin salida.* Cuantos autores han tratado científicamente del asunto de los aterramientos de marea, cuantos hombres experimentados hay sobre cuestiones de puertos oceánicos en general, cuantos en particular han escrito trabajos especiales á propósito de la bahía gaditana, cuantos han publicado estudios comparativos de los planos antiguos y modernos de esta localidad, todos están conformes acerca de que en los sacos ó senos interiores de las playas de mareas se depositan las materias té-

rreas arrancadas por las olas y los ríos, traídas en suspensión por las mareas durante la creciente, sedimentadas durante la estoa y no devueltas más al mar en cuanto deja de haber poderosas *corrientes de limpia* en los canales. No existe en estos puntos disidencia: la unanimidad es absoluta.

Cuando hay marismas, esas sustancias procedentes del lavado de los montes y de la erosión de los fondos y las costas se posan en las marismas y las alzan; y, porque las alzan, es por lo que, para cultivos, piscicultura ó salinas pueden al cabo utilizarse terrenos que un tiempo estuvieron enteramente sumergidos bajo el mar. Y, cuando las marismas dejan de serlo, ya porque naturalmente y con los años se alcen á fuerza de sedimentos, ya porque el hombre las cerque y sustraiga artificialmente á las periódicas inundaciones cuotidianas del mar, entonces los canales por donde entraba el agua á marea alta, se ciegan irremisiblemente y con suma rapidez.

¿Qué superficie de marismas se necesita para mantener con una cierta profundidad, de antemano determinada, un canal de alimentación?

Hé aquí un problema que la ciencia no tiene resuelto todavía. Ni aun fórmulas aproximadas posée el ingeniero. Escasamente hay recogido algún que otro ejemplo, nó por cierto decisivo. Solo se sabe que la superficie destinada á las marismas ha de ser estensísima comparada con el canal que las alimenta y cuyos fondos ellas mantienen limpios y profundos.

El puerto de Ostende, que no llega á 30 hectáreas, se sostuvo en buen estado y con una profundidad hasta de 20 metros en algunos parajes, mientras las marismas ocuparon una superficie 100 veces mayor (3000 hectáreas); pero, habiéndoseles robado más de 2000 hectáreas para destinarlas al cultivo, el puerto se llenó de arenas y de fangos, hasta quedar casi impracticable. Entonces se devolvieron al mar todas las marismas, exceptuando una cuyo suelo se había elevado progresivamente de tal modo en 150 años que, aun antes de utilizada para plantaciones agrícolas, apenas se cubría ya en las

pleamares cinco veces ó seis por mes. En cuanto las marismas volvieron á tener 2000 hectáreas, el canal recobró su antiguo fondo; conseguido lo cual, la agricultura destinó nuevamente al cultivo muchos de los terrenos inundables, creándose, al fin, intereses agrícolas tan respetables y de tal magnitud que, cuando inutilizado otra vez el puerto por falta de marismas, propusieron algunos inundar, como antes, los terrenos en cultivo, nadie se atrevió á llevar á cabo la proposición, por no destruir deplorablemente la cuantiosa riqueza ya creada. Entonces el sistema de las marismas quedó enteramente abandonado; y, para conservación del puerto, fué preciso acudir al de las REPRESAS TORRENCIALES DE LIMPIA (CHASSES de los franceses; SCOURING BASINS de los ingleses).

Así, pues, con 3000 hectáreas de marismas, gran número de las cuales solo se inundaba 5 ó 6 veces al mes, sobraba para mantener con mucha profundidad el puerto de Ostende: con 2000 hectáreas, siempre inundables, había suficiente.... pero ¿podemos deducir de aquí datos cuantitativos verdaderamente científicos para apreciar el volúmen del agua limpiadora, cuando ignoramos la altura á que subía la marea-media en los terrenos cubiertos por la pleamar?

Quizá haya llamado la atención de los lectores la aseveración de haberse convertido en un *callejón sin salida* el gran caño del Arsenal, una vez privado de las marismas que almacenaban el agua conservadora de sus fondos.

Pero nada más cierto. Y, como el demostrarlo es de la mayor importancia para la inteligencia de lo que tiene de seguir, necesario es entrar en muchas consideraciones sobre este particular asunto.

El brazo de mar denominado, *con la mayor impropiedad,* RIO DE SANCTI PETRI, separa del Continente de España los terrenos de la Isla de León. Es un Estrecho muy angosto, tortuoso y de gran longitud relativa: es más bien un canal; un verdadero caño de unos 18 kilómetros de largo, que empieza en la bahía interior de Cádiz (en la punta occidental de La Isla

Verde) y concluye cerca de un castillo levantado sobre un arrecife del Atlántico; el cual castillo, por estar á la salida del mismo Estrecho, se denomina también de Sancti Petri.

A la creciente entran las aguas por ambas bocas (la de La Isla Verde en la bahía y la del Castillo en el Atlántico); y, caminando en opuesta dirección las unas hácia las otras, se encuentran al fin, según la más común opinión *nunca comprobada científicamente*, junto á una islilla (de hectárea y media de extensión, hace algunos años) conocida por El Vicario, la cual constituye una especie de triángulo ó delta diminuto, que no debe confundirse con otro islote contiguo llamado Ísola del Vicario, de forma ovoide y de unas 65 hectáreas. Ese pequeño delta ó triángulo fangoso, efecto natural de la pérdida de la velocidad de las aguas del mar y de las del Zurraque (las cuales al encontrarse se remansan y dejan posar los fangos que acarrean en suspensión) obstruye casi el canal á baja marca, á pesar de su pequeñez. La islilla triangular dista de la boca del Castillo unos 13 kilómetros escasos, y por consiguiente, algo más de 5 de la boca de bahía, ó sea de la punta de La Isla Verde.

Ha sido objeto de muy serios debates entre los hombres que conocen bien El Río, la determinación del punto en que se encuentran las aguas de marea entrante en el Sancti Petri por el lado del Castillo y las entrantes en él por el lado del Arsenal.

Hay quienes creen que el flujo procedente de la boca del Castillo encuentra al entrante por la del Arsenal frente á la salina de San Judas, opinión sostenida por personas de mucha autoridad. El Sr. Crespo dice que las aguas se encuentran en el Puntalete, á la boca del Zurraque. Otros consignan punto diferente. La verdad es que el paraje del encuentro ha variado con la progresión de los aterramientos; y, aún sin ellos, debió siempre ser variable á causa de los vientos y de los temporales, con especialidad los del S. O., y á causa también de la amplitud de las marcas en solsticios y equinoccios. Pero, aún cuando no fuera El Vicario el lugar de la interferencia de ambos flujos, sino el San Judas ó el Zurraque ú otro punto cualquiera,

á ese paraje cualquiera, *no bien determinado aún*, habría que aplicar las consideraciones que hemos de exponer respecto al callejón sin salida.

Hay, en fin, quienes niegan (por supuestos meramente teóricos) el controvertido encuentro de las aguas en punto alguno, fundándose para ello en lo siguiente. Es un hecho incuestionable é incuestionado que la pleamar se verifica mucho antes en el Castillo de Sancti Petri que ante los diques del Arsenal. (1) Es decir, que en el instante de la pleamar junto al Castillo de Sancti Petri no ha llegado aun en la Carraca á su máximo la altura de la marca; y, por tanto, á causa del consiguiente desnivel, las aguas del Castillo (dicen) deben correr por *El Río* durante la creciente hasta pasar por delante de los diques del Arsenal; y, luego, á la vaciante, por ser antes la bajamar en el Castillo, deben las del Arsenal llegar hasta el Castillo. Pero, siendo ciertas é incuestionables las premisas de este especioso raciocinio, la deducción, sin embargo, no es admisible; y los hechos no la apoyan ni confirman; porque en el ingenioso razonamiento no entran los datos referentes al viaje de las aguas. En el mismo instante es sensiblemente la marea en el Castillo de Sancti Petri que en el Castillo de San Sebastián, á la entrada de la bahía de Cádiz; pero no puede ser la misma la duración del viaje hácia el interior desde ambas entradas, por ser necesariamente diferentes las RETARDACIONES de las aguas que han de originar los fondos en el trayecto. La velocidad

(1) Véase el siguiente ejemplo de las horas de la bajamar y de la pleamar observadas en el Mareógrafo situado cerca del Castillo de San Sebastián de Cádiz y en el puente Zuazo en San Fernando el día 6 de Enero do 1882

MAREÓGRAFO.				PUENTE ZUAZO.			
Bajamar	8h	47	tiempo medio.	Bajamar	9h	29	tiempo medio.
Pleamar	2	51	,, ,,	Pleamar	3	29	,, ,,
Intervalo	6	04	,, ,,	Intervalo	6		,, ,,

Amplitud en el intervalo en metros 2^m 14.

Se adelantó ese día la bajamar en San Sebastián á la del Zuazo............................ 42 minutos.

Se adelantó la pleamar......... 38 id.

Otro ejemplo. A la vaciante, el 18 Setiembre 1881, á la una de la tarde, el nivel de las aguas en bahía junto á la Cortadura estaba 26 centímetros más alto que en la playa próxima occidental del Atlántico.—S. V.

de las ondas de marea es función de la *profundidad de los calados*, con arreglo á las fórmulas bien conocidas de Scott Russell,

$$V = \sqrt{g\,(H + h)}$$

$$V = \sqrt{g\,(H + h)} \pm U$$

para aguas remansadas ó con corrientes positivas ó negativas. Así, pues, las aguas que ingresan en bahía por entre San Sebastián y Rota, tardan *regularmente* de 35 á 40 minutos en llegar hasta el Arsenal, y de 7 á 10 minutos más en llegar desde allí al delta ó triángulo de El Vicario (ó á la desembocadura del Zurraque); tiempo precisamente igual á los 45 minutos *término-medio* que invierten en llegar al mismo triángulo ó á la misma desembocadura del Zurraque las mareas entrantes en El Río por la barra del Castillo de Sancti Petri; las cuales, á causa de las bruscas tortuosidades de El Río y de su poco fondo, andan solo 13 kilómetros en el mismo tiempo que tardan las aguas de la bahía (donde el calado es mucho mayor) en recorrer los 20 kilómetros existentes desde el abra inmensa del Castillo de San Sebastián hasta el triangulillo de El Vicario. No solo las retardaciones son distintas, *sino que así tiene que ser;* y por consiguiente las aguas menos retardadas habrán de andar más camino.

Pero, INDEPENDIENTEMENTE DE TODA FÓRMULA, es un hecho, y como tal, cosa innegable, que á la creciente caminan las aguas desde ambas bocas hácia el interior de El Río, tanto las que ingresan por La Isla Verde, como las que entran por la barra del Castillo de Sancti Petri. Sobre esto no cabe disputa, *ni la hay;* pues el punto litigiado es únicamente el paraje del encuentro. Indudablemente ese lugar no está aun bien determinado; pero á quienes lo sitúan hácia el delta de El Vicario y sus inmediaciones dan la razón de una manera incontrastable los aterramientos mismos que obstruyen allí el canal por delante de las salinas Los Santos, San Agapito, Sta. Margarita, San Francisco y San Pedro, en una extensión de más de un kilómetro.

Pero, sea de todo esto lo que se quisiere, continuemos con lo esencial.

A la vaciante, las aguas que entraron por el lado del Castillo, hácia el Castillo se vuelven, y las que ingresaron de la bahía, á la bahía regresan.

Jamás, *normalmente*, las del Castillo pasan á la bahía, ni las de la bahía llegan al Castillo.

Tal vez, *por excepción*, según cuentan los prácticos, cuando hay recios vientos del S. O. la marea que viene del Atlántico rebasa El Vicario y se acerca alguna cosa más que de costumbre hácia la boca de la bahía, ó sea hácia la Carraca. (No hay que olvidar que el Arsenal se encuentra entre el deltilla de El Vicario y la punta de La Isla Verde, y entre el Arsenal y el delta se hallan emplazados el puente del ferrocarril y el puente Zuazo.)

Ahora bien, y esto es lo esencial: la presión hidráulica del agua que ingresa directamente desde el Atlántico por el Castillo de Sancti Petri, detiene en El Vicario (*ó en sus cercanías*) las aguas que vienen á su encuentro desde la bahía de Cádiz por delante de La Isla Verde. No de otra suerte las interceptaría un poderoso malecón de mampostería maciza. Si este malecón existiera *materialmente* en El Vicario, aún el observador menos entendido vería que el Caño, desde el Arsenal hasta él, era un verdadero *callejón sin salida* como de 4 kilómetros de sinuosa longitud; pero, para los ojos de la inteligencia, ese mismo malecón existe con toda realidad; pues es *indiferente* que una muralla de piedra detenga las aguas de la bahía, ó que las intercepte la presión del agua antagonista venida desde el Atlántico directamente por la boca del Castillo.

Así, pues, el caño de 5 kilómetros que va desde La Isla Verde hasta el deltilla, es un verdadero saco, cuyas aguas jamás, *normalmente*, pasan de El Vicario (ó de El Puntalete, ó del San Judas, ó del punto que se quiera); antes bien, en las grandes mareas y tiempos tempestuosos, las aguas del Castillo, como queda dicho, avanzan hasta el Arsenal, ó hasta cerca de él.

Consecuencia.

Podrá, pues, ignorarse qué mínimo de marismas se necesita cerca de las ensenadas de marea para que haya profundidad en el canal que las alimenta; pero lo que no se ignora, *antes bien se sabe con entera perfección*, es que, cuando ese mínimo es cero, es decir, *cuando no hay marisma ninguna*, entonces no existe en el mundo estero de marea, ni seno, ni anfractuosidad, ni saco alguno que deje de cegarse. Luego, siendo hoy un verdadero saco, un callejón realmente sin salida el Caño del Arsenal, cuyo fondo se halla hácia el triangulillo de El Vicario, NECESARIAMENTE debe terraplenarse por completo en cortísimo número de años el estero todo de la Carraca. Y esto, aún cuando no existiera el puente primero del ferrocarril.

Y es tan cierto que la presión hidráulica de una corriente sirve de malecón á otra corriente antagonista, cuanto que el encuentro ó interferencia de los dos flujos de marea ha ejercido recíproca acción á un lado y otro de la islilla de El Vicario. Hoy el Estrecho de Sancti Petri está, por esto, realmente dividido en dos *callejones sin salida:* uno, el de que ya se ha hablado de 5 kilómetros de longitud, que empieza en La Isla Verde y acaba en el delta; y otro, de 13 kilómetros de largo, que empieza en el Castillo y termina hácia el mismo paraje del delta. Y, así como se han producido *desde que no hay marismas* esos aterramientos enormes desde El Vicario hácia La Isla Verde, que tan alarmados trae á cuantos se interesan por el Arsenal, del mismo modo se han producido también terraplenamientos en moles inmensas desde El Vicario hácia el Castillo de Sancti Petri, que permanecen aún inadvertidos, porque no afectan *directísimamente* á la existencia del Arsenal. Hoy á marea baja no puede ya navegarse en buques de cuatro palmos de calado por delante de las salinas Los Santos, San Agapito, Sta. Margarita, San Francisco y San Pedro, que se dilatan como queda dicho, por una extensión de más de un kilómetro desde el delta hácia el Atlántico!

Y, ¿cómo no había esto de suceder, si el *furor salinero* ha privado de marismas lo mismo al Caño del Arsenal que al resto del Sancti Petri; y tan callejón sinuoso y *sin salida* es el Caño que empieza en la bahía por La Isla Verde y termina en El Vicario, como el que empieza en el Castillo y acaba también en El Vicario?

XI.

Sustitución de las corrientes erosivas de marismas por las limpias torrenciales de represa.

Dos inconvenientes del sistema de limpias por marismas: con el tiempo, las marismas se aterran: aterradas, la industria hace cesar de golpe las corrientes naturales de limpia: Ostende, Calais, Dunkerque, &c.—Sustitución inmediata de las corrientes naturales de limpia por las torrenciales de represa: *chasses* de los franceses; *scouring-basins* de los ingleses.—Eficacia asombrosa de las limpias torrenciales de represa.

El sistema de limpias por marismas tiene dos inconvenientes:

1.° Que siempre las marismas se aterran con el transcurso del tiempo; y, aterradas ya, dejan de almacenar las enormes cantidades de agua necesarias para que sean eficaces sus CORRIENTES DE LIMPIA naturales.

2.° Que, en cuanto los terrenos anegables se han alzado suficientemente, la actividad humana se apodera de ellos para fines industriales ó agrícolas; y las obras de arte, cercándolos, hacen imposibles las corrientes que mantenían la profundidad de los fondos de los caños.

Esto sucede en Cádiz.

Esto ha sucedido en Ostende, en Calais, Dunkerque y en muchos otros puertos.

Y esto sucederá siempre; porque valen mucho, por sus raras cualidades, los terrenos robados al mar.

Pero ¿han desaparecido por acaso los puertos cuyas marismas se han terraplenado?

Nó; nada menos que eso, en los países donde hay fuerza cerebral.

El arte, respetando los nuevos intereses, ha sustituído al sistema de las *corrientes naturales de limpia, el sistema de los torrentes artificiales de represa.*

No hay localidad más á propósito que la inmensa bahía gaditana para la adopción de las limpias torrenciales. Un congreso de ingenieros no la habría podido disponer mejor.

Y, sin embargo, estando conocido este sistema desde hace siglos, pues ya en 1517 se empleaba en Ostende [1] ¿qué especie de ceguera, qué terquedad incomprensible, qué fatalidad derrochadora ha hecho á los hijos de Cádiz recurrir siempre á las dragas para enterrar inútilmente en fango millones tras millones, así en los tiempos antiguos como en los tiempos modernos?

¿Es que en Cádiz es pertinazmente lícito ignorar lo que todo el mundo sabe?

¿Es que aquí se desconocía lo que hace más de tres siglos se empleaba ya con éxito? ¿O era más bien esa prevención estúpida con que los españoles miramos todo lo nuevo, ó lo que en otras partes se hace mejor que aquí?

Esto quizá.

Los acarreos del mar son de tres clases: guijarros, arenas y fangos.

En los puertos, como el Havre, Dieppe, &c., grandes espigones de mampostería, perpendiculares á la orilla, detienen la marcha de los guijarros; y éstos pueden ser allí recogidos con sumo aprecio, para emplearlos como precioso material en el pavimento de los caminos y en el hormigon de los bloques artificiales.

No es ya tan hacedero detener las invasiones de las arenas, y mucho menos la de los fangos, contra las cuales carecen de

---

(1) Véase Minard pág. 46. Y la historia del puerto del Havre por Quinette de Rochemont, donde se vé que Vauban ya hacía uso de limpias torrenciales en 1684.

eficacia los espigones. Estos, es verdad, detienen en un principio las arenas; pero el remedio es pasajero; y, al cabo por consiguiente, inútil; porque las arenas, después de acumularse en los murallones, se amontonan al fin en los canales y los obstruyen y ciegan.

Por eso el más eficaz recurso es el de los torrentes artificiales de represa.

Hé aquí en dos palabras su simplicísimo mecanismo.

A la creciente, y hasta el momento de la pleamar, se permite la entrada del agua marina en grandes receptáculos preparados al efecto: (á veces á costa de muy onerosos sacrificios).

Desde el momento de empezar la menguante, no se deja salir el agua; para lo cual se cierran compuertas oportunas. El agua, así, se conserva represada, y en alto, hasta el momento de la bajamar. Entonces, se suelta de *golpe* el líquido represado; el cual con fuerza torrencial, se precipita en los canales obstruídos; y, en poquísimos instantes, los despeja de sus obstáculos, arrebatando vigorosamente, no solo el fango y la arena, sino hasta los bancos de guijarros, que arrastra hasta el mar, donde los entrega á las corrientes litorales para que los transporten á parajes en que ya no causen perjuicios.

No cabe más sencillo procedimiento.

El torrente, como es natural, trabaja proporcionalmente á su masa y al cuadrado de su velocidad [1]; por lo cual los receptáculos deben ser de *mucha extensión* y evacuables en el *menor tiempo posible.*

Mientras más viva es la marea, mayor es su amplitud y más pujante, por tanto, la caída de la represada catarata; y, mientras más obstruídos están los caños, más brillantes los efectos; porque toda la fuerza del torrente se emplea contra los obstáculos y las obstrucciones. Pero, cuando ya el canal, un tiempo ciego, empieza nuevamente á tener profundidad bastante, la acción de la catarata disminuye en su *potencia de*

(1) Véase Debauve, pág. 613, fasc. 19.

limpiar, porque emplea mucha parte de su poderosa energía en remover el agua ya profunda del canal; y un resíduo de su fuerza únicamente es lo que resulta utilizable aún para acarrear guijarros, fangos ó arenas.

El efecto de los torrentes de limpia (*chasses* de los franceses, *scouring-basins* de los ingleses) es muy considerable; y tanto, que nadie, á primera vista, los calcularía tan poderosos y eficaces. En Calais, 12 limpias torrenciales, se llevaron 100000 metros cúbicos de arena; es decir, un banco de un kilómetro de largo por 100 metros de ancho y uno de alto.

En Tréport cada torrente de limpia se lleva 3000 metros cúbicos de guijarros.

En Dieppe 1500[1] de piedra también.

En Dunkerque, no existiría el puerto sin las *chasses*, que dejan salir por segundo 820 metros cúbicos de agua [2].

Lo mismo sucedería en Sunderland sin su *scouring-basin* [3].

Claro es que, para que los efectos de las represas torrenciales de limpia sean un máximum, hay que someter el procedimiento á condiciones puramente técnicas y ajenas de estos estudios.

Hay que *guiar* los torrentes de modo adecuado, evitar remolinos que absorberían en pura pérdida la fuerza torrencial; abrir las compuertas de las presas instantáneamente, construirlas de modo especial, &c., &c.

Pero estos trabajos de ingeniería no ofrecen ni pueden ofrecer dificultades á los poderosos medios modernos de ejecución.

Los torrentes de limpia ejercen su acción á larguísimas distancias de sus presas.

---

(1) Minard.
(2) Debauve.
(3) Rankine.

Hé aquí un estado tomado de la obra de Minard:

Nombre de los puntos.	*Distancia de las compuertas á los aterramientos mas distantes.*
Ostende 1.ª represa..........	Metros 1400
Ostende 2.ª represa..........	„ 1400
Dunkerque..................	„ 1100
Gravelines..................	„ 3600
Calais	„ 820
Douvres (Dover.)...........	„ 300
Boulogne..................	„ 1740
Le Tréport..................	„ 540
Dieppe.....................	„ 1000
Sainte Valery en Caux	„ 680
Fecamp.....................	„ 430
Le Havre....................	„ 380

Por efecto de ese afán de resistencia que nos aflige á todos los españoles, ó por motivos que, si nó, merecerían calificación muy severa (ya que no es admisible la disculpa de ignorancia) hay personas entendidas, ingenieros nada menos, que cuando se les habla de las corrientes torrenciales de represa, replican con el desdén de la insuficiencia más infatuada que el sistema de las limpias torrenciales está desacreditado y que ya nadie acude á él, sino al dragado por medio del vapor.

¡Desacreditado!! Precisamente el 6 de Setiembre de este año (1881) se ha verificado en Honfleur la inauguración de una represa *(chasse)* de 500000 metros cúbicos de agua del mar, empezada en 1874, y cuyo costo ha ascendido á 24 millones de reales, de los cuales ha pagado 11 millones el Departamento de Calvados y el resto de 13 millones el Ministerio de Obras públicas de Francia.

¡Desacreditado el sistema de limpias torrenciales!! Lo desacreditado es el dragar por medio del vapor.

Así, pues, la ciencia del hombre, por medio de las corrientes torrenciales de represa, obliga sabiamente á las mareas á deshacer el daño que causaron.

Las mareas no conocen el cansancio; y, con la constancia de

todas las fuerzas naturales, acarrean siempre y sin cesar arenas, barros y lodos, para aterrar los sacos, caños y estuarios en que las aguas quedan ensenadas.

Pues bien; mareas del Oceano, que jamás os canséis de limpiar nuestra bahía!!

XII.

Plan de limpia del Caño del Arsenal, propuesto por el Sr. D. Joaquín Almeyda.

Causas de los aterramientos, según este distinguido ingeniero: la falta de marismas: los obstáculos puestos á la libre circulación de las aguas, especialmente por los estribos del puente primero del ferrocarril.—Remedios que propone.—Exámen crítico del plan de limpia del Sr. Almeyda.

De entre las muchas monografías y memorias que, para explicar el repentino aterramiento de los caños del Arsenal, han aparecido en esta última época, (1) habrán de ser objeto de estos estudios dos únicamente: la del Sr. Ingeniero Jefe de 1.ª clase, D. Manuel Crespo y Lema; y la del Ingeniero de 2.ª clase Sr. D. Joaquín Almeyda y Benítez; sin que este exclusivismo signifique desdén hácia las otras, ni falta de méritos en las demás, sino debida consideración á la circunstancia de haber sido aprobada la del Sr. Crespo por el Almirantazgo y la Junta de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos; y haber obtenido la del Sr. Almeyda el premio primero en el certámen de Julio último abierto por el Ayuntamiento de la vecina ciudad de San Fernando.

Y ¿á qué remedio acuden?

¿Optan resueltamente por el sistema de LIMPIAS TORRENCIALES, según ha sucedido en puertos de no peores condiciones que el caño del Arsenal?

---

(1) En 1880 y 1881.

Nó.

Impresionados ambos Ingenieros por el fatal resultado de la conversión de todas las marismas en salinas, optan por el arbitrio de suplir y como si dijéramos de restablecer el antiguo sistema de las corrientes *naturales* de limpia. El Sr. Crespo de un modo exclusivo. El Sr. Almeyda sin exclusión de otros recursos. Uno y otro convienen en respetar la industria salinera y los intereses creados: ninguno, pues, *con discretísimo acierto*, propone que la Marina reivindique su acción á convertir otra vez en marismas las salinas; propósito en el cual (dicho sea de paso) no solo coinciden con cuantos han escrito sobre el particular, sino también con el sentimiento público; pues nada habría más impopular que proponer la destrucción de la gran riqueza creada, siquiera se exigiese tamaño sacrificio con el grandioso fin de evitar la total ruína del Arsenal de la Carraca.

Hoy el problema es doble; (como también lo ha sido en Calàis, y en Dunkerque, y en Ostende, y en todos los demás puertos en que los aterramientos se han aprovechado por la industria): hoy se quiere á todo trance *conservar* las salinas y *conservar* juntamente el Arsenal: actualmente sonaría á absurdo destruir salinas para tener Arsenal.

Por dicha es posible tanto lo uno como lo otro.

A esto tiende precisamente el proyecto del Sr. Almeyda; quien, "lejos de lastimar interés alguno, quiere que lo que propone los beneficie á todos; porque al mismo tiempo que se limpian los caños del Arsenal deben limpiarse los que conducen á los cargaderos de las salinas, impracticables hoy casi todos, en las mareas muertas."

Dos son los grandes medios á que acude el Sr. Almeyda:

1.º Obligar á los dueños de salinas á que todos los años durante seis meses, desde 1.º de Noviembre á 30 de Abril, abran á la creciente las compuertas, periquillos y largaderos de sus salinas; mantengan luego cerradas las compuertas desde la estoa hasta la mitad de la vaciante; y las abran entonces nuevamente durante las tres horas restantes de la bajamar,

para que, saliendo las aguas con gran ímpetu, arranquen y arrastren el *fango ligero* que ciega los zumajos y los caños, y se lo lleve fuera de la bahía;

2.º Construir una presa especial en la Punta de la Cruz (cerca del Castillo de Sancti Petri). Esta presa (excepto en el centro que siempre estará franco y abierto) ha de ser de ojos ó arcos en el mayor número posible: entre cada dos pilares (excepto también en el centro) ha de haber una compuerta automática, susceptible de abrirse á la creciente que entra del Atlántico por delante del Castillo y de cerrarse á la menguante, al retirarse las aguas. Entre los dos estribos del centro no habrá nunca compuerta: por manera que, tanto á la creciente como á la vaciante, existirá siempre un paso libre á las aguas de marea. Estos dos pilares del centro, estarán á tal distancia uno de otro que entre ellos puedan pasar los faluchos pescadores; y como será muy difícil, á la menguante, que los faluchos, cuando estén cerradas todas las compuertas, puedan vencer por la sola acción de sus velas, la enorme corriente de la inmensa masa de agua obligada á salir únicamente por una seeción tan estrecha, las tripulaciones harán entrar los faluchos palmeándose por un cable ó andaribel apropósito, asegurado á un lado y otro de la entrada libre en dos muertos, enterrados uno en el interior y otro en el exterior de la presa. Detenida, en parte, la salida de la inmensa cantidad de agua que por la boca del Castillo entra en el Sancti Pètri y llega hasta la islilla ó delta del Vicario, tendrá que salir también á la menguante por el puente Zuazo y la boca del Arsenal un gran volúmen del líquido que entró por la boca del Castillo, cuya masa AUXILIARIA á la procedente de las salinas en la benéfica obra de ahondar el Caño de la Carraca.

El Sr. Almeyda quiere además, que se quiten cuantos estorbos se oponen á las corrientes ó hacen remansar las aguas; y, así, propone que se suprima el Depósito de Carbones en la Isla Verde y se destruyan sus muelles; que se obligue á la Empresa del ferrocarril á construir pilares donde hoy tiene los estribos el puente de hierro que cruza el Sancti Petri, y á retirar

los tales estribos tierra adentro fuera del alcance de las mareas; y otros varios expedientes (tales como el de desenterrar las maderas enterradas en las orillas del arsenal) todos secundarios, que, como volviese á haber corrientes poderosas, no serían de inmediata necesidad: antes bien, por lo contrario, si la velocidad del agua algún día fuera mucha, cuanto defendiera el acantilado de los caños sería de grandísima importancia, porque el ímpetu de las corrientes se invertiría en lo que tanto se pretende; en ahondar los caños, lo cual se lograría mejor cuando fuera para las aguas mucho más fácil raer los fondos que los lados: profundizar las canales que ensancharlas.

Prescindiendo, pues, de estas medidas secundarias, el plan del Sr. Almeyda consiste:

1.º En devolver parte de las marismas al Sancti Petri durante seis meses del año;

2.º En hacer que el *régimen de corrientes naturales* de limpia participe alguna cosa del *sistema torrencial*;

3.º En dejar que entre por la boca del Castillo la misma enorme masa de agua que actualmente, pero sin permitirle salir por ella más que en parte, con lo cual un volúmen considerable de esa misma enorme masa habría de atravesar el Zuazo y pasar por delante del Arsenal, *auxiliando* en la limpia;

4.º Y en quitar los obstáculos á las corrientes: el estorbo de los funestos estribos del Puente primero del ferrocarril, y el de los muelles de carbón de la Isla Verde.

Este plan del Sr. D. Joaquín Almeyda y Benítez está superiormente pensado.

Pero ¿será perfectamente eficaz?

Por de pronto ocurre una gran objeción, y muy fundada.

Por punto general, á causa del insuficiente ancho de las compuertas, en una sola marea no se llenan al máximum todas las piezas que constituyen los depósitos de las salinas. Regularmente, á la primera marea se cargan una cierta cantidad, que luego se aumenta en la segunda y que se hace crecer todavía recibiendo una tercera; y bien saben los salineros que las aguas continúan corriendo hácia las últimas piezas mucho

tiempo después de estar cerradas las compuertas de ingreso; esto es, hasta tanto que se establece el mismo nivel de equilibrio en todas las piezas. Hay más; en muchos casos, y cuando las salinas *están en seco*, se vé que las aguas no llegan á las últimas piezas sino mucho tiempo después; á veces tres y cuatro horas después de pasada la estoa, que es el momento en que los capataces cierran á mano las compuertas. Y esto sucede aún en salinas como la de Los Tres Amigos ó San Félix, que reciben sus aguas casi directamente del Océano.

Ahora bien; si en cada marea no se llenan al máximum por las menguadas abras de las compuertas actuales los depósitos de las salinas, claro es que en media marea no se vaciarán; y hé aquí lo fundamental de la objeción. Mucho saldrá, es muy cierto, pero nó en la formidable masa que juzga el Sr. Almeyda, y que se necesita para dar á las aguas menguantes enérgica VELOCIDAD DE EROSIÓN.

Pero supongamos (contra lo evidente y de experiencia diaria) que en cada marea se llenen y en cada media marea se vacíen POR COMPLETO los depósitos todos de las salinas, ¿durante los seis meses de Mayo á Octubre en que se elabora la sal y en que no funcionará el sistema, no se llenarán de fango los mismos parajes en que antes se verificó la limpia? Por lo menos ¿no se anulará gran parte del trabajo?

El mismo Sr. Almeyda, con ese tino práctico que se revela en su laureada Memoria participa de estos temores, pues dice textualmente:

"El mal ha adquirido ya proporciones tan considerables, que este medio (el de anegar durante seis meses las salinas) *que hubiera sido suficiente en los principios*, puede ser hoy largo é insuficiente."

Por eso el autor propone luego *auxiliarlo*, haciendo que parte de las aguas que entran por la boca del Castillo de Sancti Petri pase por delante del Arsenal.

Y cuenta que el Sr. Almeyda, nó en la Memoria impresa (que es la laureada en el Certámen de Julio) sino en manuscristo explanatorio de ella, hace la cuenta siguiente:

"Se me ha objetado, dice, que el agua detenida en las salinas y dejada escapar de ellas á media marea con ocho piés de presión sobre el nivel de los Caños, no daría más que un pié de presión mayor que ahora al Caño de la Carraca; carga con la cual no se obtendría hoy velocidad bastante para raer y arrastrar el fango de los fondos. Pero, salvo mejor parecer, creo que dicha presión ha de ser allí de cuatro piés hoy que no está aún hecha la presa en Gallineras; que, después de hecha, será de los mismos ocho piés con que se deje escapar de las salinas."

"Supongamos que las salinas tienen hoy 100 compuertas; pues, aunque las hay que solo tienen una, las hay también que tienen dos y aún más. Cada una de estas compuertas es de un ancho de más de metro y medio, por lo que la suma de sus abras será ciertamente de 150 metros. Quiero suponer que las aguas de todas estas salinas no pasen precisamente por delante del Arsenal, sinó solo una mitad: de consiguiente, en este supuesto, pasará ante la Carraca el agua correspondiente á 75 metros de abra. Admitamos todavía que de esta mitad, por no estar hecha la presa del Castillo de Sancti Petri, se va la mitad por la barra y solamente la otra mitad corre por delante del Arsenal: pasarán por delante de la Carraca las aguas correspondientes á $37\frac{1}{2}$ metros que se dejan escapar con 8 piés de presión, y tendremos siempre que como el ancho del Caño por delante del Arsenal es de unos 70 ú 80 metros, el agua, al correr por este sitio, llevará una velocidad correspondiente á la mitad de la altura con que se dejó escapar de las salinas; pues si perdió velocidad al salir de las compuertas á causa de la anchura de los caños, al llegar todas reunidas al Arsenal donde se estrechan, volverán á adquirir la presión perdida"...

"Lo dicho sobre el Arsenal puede aplicarse al paso estrecho entre Puntales y Matagorda.

"Aquí se reunen los $37\frac{1}{2}$ metros de abra que hemos dicho que pasan por el Arsenal, más los 75 metros que supongo que desaguan en la ensenada de Puerto Real sin pasar por delante de la Carraca, sino por detrás y un costado; y tendremos que entre Puntales y Matagorda pasa el agua de $112\frac{1}{2}$ metros de

abra; y, eomo el ancho entre los dos Castillos será de unos 500 metros en la eanal, tendremos que el agua eseapada llevará entre ellos de presión la quinta parte de los ocho piés con que se dejó salir por las eompuertas, esto es, la presión de un pié 7 pulgadas, la cual es muy suficiente para que el fango arrastrado vaya fuera y mueho más allá de Las Puereas, sin perjudicar á la bahía con sedimentos en ella."

Es evidente que esta cuenta del Sr. Almeyda tiene EN LO ESENCIAL sólido fundamento, por ser elaro eomo la luz que, si á media marea se aumenta el eaudal de los eaños eon parte del agua represada préviamente hasta la altura de 8 piés en los depósitos de las salinas, la carga hidráulica sobre los fondos ha de aumentar, á veees de un modo tan apreciable, que en las marcas vivas acreeentará quizás la eeleridad del desagüe hasta el punto de haeerle adquirir la VELOCIDAD NECESARIA PARA LA EROSIÓN Y EL ARRASTRE de los fangos; pero, RESPECTO DE LO CUANTITATIVO, el eómputo deja mucho que desear; porque, en primer lugar, no saldrá en media marea toda el agua de los depósitos, aún suponiéndolos llenos; en segundo lugar, el agua retenida que REALMENTE salga y luego marche hácia el Arsenal, se gastará *ante todo* en rellenar los huecos, eanales, rabisas y rabisones que quedaron en seco durante la media marea anterior, y, *sobre todo* tendrá que completar el volúmen de la parte alta de los vasos, que por ser muehísimo mas ancha que la inferior, exigirá inmensa cantidad del líquido represado; y, en tercer lugar, el agua que fluya por detrás y por el costado Norte del Arsenal, se esparcirá por la dilatada bahía interior de Puerto Real, sin aumentar sensiblemente su nivel.

Claro es que el autor no pretende dar á estos cómputos la precisión del valor científico; ni tampoeo podría dársela, pues sólo una eubieaeión minueiosísima heeha sobre perfiles exactísimos de los Caños y de todas sus entradas y salidas podría determinar el *quantum del incremento de presión;* pero no cabe duda ninguna en que eon el aumento, *cualquiera que él sea*, de la earga hidráuliea propuesta por el Sr. Almeyda, la velocidad del desagüe aumentaría *en todo caso y en todas condiciones;* si

bien cabe dudar todavía de si llegaría hoy á adquirir la *velocidad de erosión* indispensable para la profundización de los Caños.

Con razón, pues, teme el Sr. Almeyda, á pesar de sus bien pensados números, que la represa del agua en las salinas necesite el AUXILIO del agua detenida por su puente de ojos y de compuertas automáticas en la Punta de la Cruz.

Tampoco el Sr. Almeyda espera gran cosa del concurso ni de la buena voluntad de los propietarios de salinas. ¿Ni cómo esperar nada del interés privado, mezquino en todo caso y egoista, cuando pudiendo ahora (y siempre) obligar los dueños á sus capataces á represar el agua durante los seis meses de huelga, prefieren *con evidente é insensato perjuicio de sus intereses,* tener impracticables sus cargaderos? "Todas ó casi todas las salinas, dice el Sr. Almeyda, adolecen hoy de la falta de agua en sus caños y cargadores, habiendo algunas en que sólo se puede entrar y salir durante las grandes mareas, y nó sin sufrir algunas veces repetidas varadas." Pues, siendo esto así, y no costando nada el abrir y cerrar compuertas y periquillos ¿cómo se lisonjea el autor de que los propietarios multiplicarán *motu proprio* las compuertas, hasta el número necesario á conseguir que el agua "de la pleamar tenga el mismo nivel dentro que fuera de las salinas, con lo que se estará seguro de haber entrado toda el agua posible?" (Pero dicho queda y sabido es que hoy muchos lúcios no pueden llenarse en una sola pleamar, por lo insuficiente de sus bocas de entrada.)

El autor, pues, á pesar de sus expresiones optimistas, confía de cierto tan escasamente en el *concurso asociado* de los salineros, que nunca dice que se los invite á la obra común de la limpieza, si interesante á todos los residentes en esta localidad, *á ellos mismos con más especialidad* y en primer término; pues no puede haber industria salinera sin las grandes arterias de alimentación de agua del mar que hoy se están cegando. El Sr. Almeyda, pues, lejos de confiar en los salineros, siempre dice que *se los obligue;* y por último, propone contra ellos, *sin escalas graduales de castigos,* el mayor de los medios coercitivos de que puede echar mano la Marina.

Dice así:

"Pero si, contra lo presumible, hubiera alguno de tan poco patriotismo, ó tan abandonado, que, por no molestar á su capataz con el cuidado de abrir y cerrar las compuertas á cada marea, dejara de cumplir la *orden*, entonces, para algo ha consignado la Marina entre las condiciones de la concesión gratis de los terrenos, *su derecho á reivindicarlos sin indemnización* cuando les sean necesarios á sus servicios."

Dada la incuria y el egoismo del capital privado que nunca en este país quiere sacrificar nada en pro de los intereses generales, como lo sacrifica en países más adelantados que el nuestro, sería forzoso sujetar á una reglamentación casi militar á los salineros; y esta reglamentación traería consigo el cúmulo de trabas y de vejámenes que acompañan á nuestra administración á donde quiera que extiende sus miradas ó dirige sus pasos recelosos.

Sin embargo, en rigor, nada habría que decir en contra de la reglamentación más severa, si de ella hubiese de depender la salvación del Arsenal.

Pero, supongamos que el plan del Sr. Almeyda no fuera seriamente objecionable en lo cuantitativo; demos por removidos todos los obstáculos de estribos y de muelles; admitamos que á la creciente pudieran llenarse todas las salinas por las exíguas compuertas actuales y vaciarse por ellas en la última mitad de la menguante; concedamos que el agua ingresada en El Río por la Punta de la Cruz saliese en muchísima parte por los cinco ojos actuales del Zuazo y luego pasase por delante de los diques del Arsenal, *auxiliando* en la limpia;... aún consintiendo cuantas premisas establece el autor, siempre su plan presentaría un inconveniente gravísimo; el de hacer caminar *constantemente* la enorme masa de los fangos hácia el interior de la bahía, donde sin remedio habrían de sedimentarse perjudicialísimamente, contribuyendo en grande por lo pronto á aumentar los aterramientos que están acabando de cegar la rada de Puerto Real y el Trocadero. Y no hay que decir nada respecto á que en cada creciente parte de esos mismos fangos volvería á entrar y depositarse delante de los diques.

Quizá, antes de que el mal hubiese tomado tanto incremento, el acarreo de los fangos á la bahía no hubiera sido de importancia capitalísima; pero hoy el inconveniente resultaría de imponentes proporciones por ser inmensa la mole de los fangos que, á funcionar bien el plan del Sr. Almeyda, iría constantemente empujada á la bahía. Imagínese bien la magnitud: los fangos ante los diques: los fangos que han alzado 3 y 4 brazas los fondos entre los puentes del ferrocarril y el Zuazo: los fangos que tienen obstruídos á marea baja el Sancti Petri en un kilómetro de longitud desde el delta de El Vicario á la salina de San Judas; y, en fin, los fangos todos que ciegan los embarcaderos de la mayor parte de las salinas.

Hay que repetirlo: á funcionar bien é íntegramente el plan Almeyda, la magnitud de la mole fangosa llevada á la bahía, sería para alarmar al optimista ménos precavido.

Un detalle. En el puente de ojos y compuertas propuesto por el Sr. Almeyda frente á la Punta de la Cruz, quiere el autor, solo para favorecer á los pescadores, que el ojo central carezca de compuerta, á fin de que siempre *puedan* entrar y salir los faluchos mediante el apoyo del andaribel. Pero ¿*podrán* palmearse siempre las tripulaciones por el propuesto andaribel? Bien debe afirmarse categóricamente que nó en mareas vivas. Es mucha el agua que allí almacena el Sancti Petri y sería incontrastable la corriente que en una seccion tan estrecha se habría ineludiblemente de establecer. Con solo un desnivel de 20 centímetros faltarían fuerzas á la tripulación de hombres más robustos.

Además, la Punta de la Cruz no es el mejor sitio para la presa de ojos ó de arcos que propone el Sr. Almeyda; y nó porque el canal no se angoste allí y el fondo no sea de arena y apropósito para excelentes obras hidráulicas, sino porque priva á los faluchos pescadores del *Puerto de refugio* que les ofrece en los temporales El Caño Alcornocal.

En resúmen:

¿Qué juicio, pues, dejando aparte pormenores y considerando el pensamiento en su sentido y su totalidad, merece el proyecto del Sr. Almeyda?

El de muy bien pensado y muy hacedero en lo esencial; el de objeccionable en lo cuantitativo y el de perjudicial á la rada de Puerto Real y al Trocadero, si pudiera funcionar íntegramente: *en todo caso*, limpios ó sin limpiar los caños principales, la salida algo torrencial en la última mitad de la menguante, del agüa represada durante la primera mitad en los depósitos, sería muy adecuada para despejar los embarcaderos de los caños secundarios y nada costaría á los salineros: si el mal no se remediaba, de seguro que no se empeoraría, sin ocasionar la ejecución gasto ninguno.

Pero la totalidad del proyecto, si resultára eficaz, daría resultados lentos, acaso extraordinariamente lentos y la Marina hoy por hoy necesita de rapidez excepcional para limpiar el Caño de la Carraca.

Pero si el Caño se limpiaba, la limpia sería fatal á la bahía.

Por lo demás, en la excelente Memoria del Sr. D. Joaquín Almeyda y Benítez brillan el interés y el amor más acendrados por esta localidad tan querida; y sólo por tan dignos sentimientos sería merecedora de la mayor estimación.

XIII.

Plan de limpia del Caño del Arsenal, propuesto por el Sr. D. Manuel Crespo.

Causa de los aterramientos, según este distinguido ingeniero.—Remedio que propone.—Exámen crítico del plan de limpia del Sr. Crespo.

A serle hacedero, el Sr. Almeyda, volvería al sistema de marismas; pero, reconociendo la imposibilidad MORAL de restablecerlo íntegramente, procura CONSERVARLO en cuanto le es posible y SUPLIR las actuales deficiencias de meses y de superficies anegables AUXILIÁNDOLO con el muy eficaz de cargas hidráulicas por medio de represas.

El Sr. Crespo, á diferencia de su colega, no piensa en restablecer las marismas, sino francamente en SUSTITUIRLAS, sin acudir ni en poco ni en mucho al sistema de limpias torrenciales.

Dos son los casos que estudia el Sr. Crespo y que, en rigor, no son más que uno solo:

1.° Cerrar POR COMPLETO, en la Punta de la Cruz, la boca del Sancti Petri que dá al Atlántico por el lado del Castillo;

2.° Y cerrarla solo EN PARTE.

Hé aquí su argumentación:

OBSTRUIDA ENTERAMENTE la boca del Castillo, no podrán anegarse ya por tan extensa entrada los 12 kilómetros de canal hasta El Vicario que ahora se llenan por ella. Ese inmenso vaso solo será, de consiguiente, anegable por la boca de La Isla Verde; y tan considerable capacidad suplirá por tanto, aho-

ra á la antigua extensión de los otros *terrenos anegables* que un tiempo constituyeron las marismas, y que, almacenando enormes volúmenes de agua, mantenían aquellas poderosas corrientes de limpia á cuya enérgica erosión se debía el profundo calado de los caños y canales.

No cerrada enteramente la gran boca del Castillo, pero sí *reducida* á una pequeña abra, "*para que por ella puedan entrar y salir los faluchos pescadores,*" el gran receptáculo de los 12 kilómetros no podrá llenarse completamente por el lado del Castillo, y una gran capacidad de esos mismos 12 kilómetros habrá de ser anegable, *necesariamente* por la boca de La Isla Verde y del Arsenal: con lo cual se está en el caso anterior, si bien el vaso viene á ser, así, de mucho más reducidas dimensiones.

Nada tan sencillo como este plan. Nada más deslumbrante.

Pero tampoco nada más desconsolador.

La Memoria del Sr. Crespo revela una terrible convicción fatalista de ser irremisible la ruína del Arsenal. No parece sino que en la mente del distinguido ingeniero se ha formulado el problema en los términos siguientes: Si mañana nos hemos de quedar sin el Arsenal, y pasado sin el Sancti Petri, veamos de invertir los plazos y muera mañana el Sancti Petri y pasado el Arsenal.

No se crea que hay exageración en este modo de interpretar el terrorífico pensamiento de tan eminente hombre de ciencia. Hé aquí cómo se expresa el autor mismo:

"El canal del Sancti Petri está *destinado* por las leyes naturales á *terraplenarse* en el transcurso del tiempo; pero ENTRE TANTO podemos utilizar mejor su cabida actual, cerrando la boca del Castillo. *Es evidente que así* tendrían que llenarse por la boca del Arsenal los depósitos que hoy se llenan por la boca del Castillo...." &c.

¿Evidente? El distinguido ingeniero no habría aseverado *tal evidencia,* si en 1873 (fecha de su excelente proposición de no recurrir más al dragado y sí á la energía de las corrientes) hubiese tenido á la vista los planos del Estrecho, levantados

por el Instituto Geográfico y no publicados entonces. *Teniéndolos á la vista,* no es de ninguna manera *evidente* que habrán de llenarse por la boca del Arsenal los depósitos que hoy se llenan por el lado del Atlántico.

El proyecto del Sr. Crespo ha sido recibido con hostilidad por parte de los prácticos de la ribera. En los periódicos de la localidad se le ha hecho general oposición. Entre las Memorias presentadas al certámen abierto por el Ayuntamiento de San Fernando el próximo pasado Julio (1881), se encuentran censuras contra él. El Sr. Almeyda no le concede su aprobación. El hecho mismo de haberse abierto un certámen por el Ayuntamiento de San Fernando, para buscar un remedio al conflicto del Arsenal, precisamente *cuando estaba ya empezado* á cerrarse por un contratista la Punta de la Cruz, prueba que la municipalidad de San Fernando no creía en la eficacia del remedio.

Por otra parte, el Ayuntamiento de Chiclana ha acudido en queja á la Superioridad exponiendo que, de cerrarse la boca del Castillo de Sancti Petri, se disminuirá tan considerablemente el caudal del rio Iro, que se hará imposible el transporte de los vinos y la navegación por el canal; dejarán de funcionar los molinos, y se arruinarán las salinas y las demás industrias dependientes de las aguas del mar que se internan hasta Chiclana y proceden del Sancti Petri.

Los pescadores de Gallineras también han formulado queja; y en la Capitanía del puerto de Cádiz hay expediente sobre los perjuicios de la oclusión total ó parcial de la entrada del Castillo. Por último, los Ingenieros de la Sección de Caminos y Canales de la provincia de Cádiz informaron negativamente, en su día, cuando fueron consultados.

Tan fuerte y tan continuada ha sido la oposición, que el Sr. Crespo ha creído necesario defenderse; y en los periódicos de Cádiz y en la Revista de Marina de Madrid, con fecha 12 de Febrero de este año (1881), para destruir el cargo del Municipio Chiclanero de que el nivel del Iro bajará, ha respondido conviniendo en que, *efectivamente descenderá ese nivel*; pe-

ro solo unos 8 centímetros ó 9, lo que, en el entender del distinguido autor del proyecto, no es disminución apreciable: ¡cómo si, consentida una causa cualquiera de aterramiento, por insignificante que parezca, no influyese luego poderosísimamente en los aterramientos sucesivos!! Si el primer año el desnivel de 9 centímetros producía un aterramiento como uno, en el siguiente lo produciría como más de uno; y al otro año como mucho más que la suma anterior; y siempre en progresión ascendente!!

A veces los hombres de la práctica tienen felices intuiciones y hacen profecías que la experiencia se encarga luego de realizar.

La Marina registra tristes ejemplos, que es doloroso recordar. Cuando hace como 25 años un contratista empezó á llevarse la piedra del arrecife del Castillo de Sancti Petri, los pescadores de Gallineras y los patrones de los barcos de cabotaje representaron al Capitán General del Departamento, Sr. D. Casimiro Vigodet, que se cegaría la barra, y que los barcos no tendrían ya, al abrigo del Castillo, seguridad ninguna contra los temporales del S. O.

Por desgracia la Marina no les hizo caso; y, con efecto, la canal de la barra se ha aterrado, y la mar de leva pasa ahora á pleamar por encima del resto del arrecife que antes, íntegro, servía de inexpugnable rompe-olas á la boca del Sancti Petri. (1)

A muchos naufragios ha contribuído semejante imprevisión; y, al fin, no habrá mas remedio, *por humanidad*, que restablecer artificialmente el arrecife natural tan temerariamente rebajado.

Hoy también la intuición de los prácticos vaticina grandes perjuicios, de cerrarse en todo ó en parte la entrada del Castillo. Contra esta intuición se han presentado *fórmulas;* lo que

(1) El Ayuntamiento de Cádiz hace años prohibió, bajo pena severa, arrancar las piedras que defienden las murallas de Cádiz de los embates de las olas. Hoy la Fortificación, con imprudencia temeraria, está arrancando las de la Caleta para emplearlas en sus obras.—(Esto se escribía en 1881.—S. V.)

solo parecerá concluyente á quienes no estén acostumbrados al naufragio de dobles y triples integrales, que no supieron llevar en cuenta hechos no incluídos en las expresiones analíticas. ¿De qué ha servido la teoría matemática de Poisson sobre los dos famosos fluídos eléctricos, en que nadie cree ya, ó sobre la capilaridad atractiva y repulsiva? ¿No se equivocó el gran Newton muchas veces?

La verdad de todas las ecuaciones es una verdad *formal, no crítica,* y bien puede llegarse *dialécticamente* hasta la última transformación, sin que por eso sean verdad los resultados.

Las fórmulas empleadas por el Sr. Crespo han prescindido de la cabida del Sancti Petri y del abra de los cinco ojos del puente Zuazo; y hé aquí por qué sus resultados necesitan séria y considerable modificación.

Como el Sr. Crespo aduce valores numéricos, hay que particularizar la discusión.

Según los datos de la Comisión hidrográfica del *Piles,* la marea no alcanza en Cádiz nunca una amplitud de 4 metros. La máxima amplitud es de 3m9. (Los prácticos aseguran que con vientos favorables llega á 4.)

De los planos del Sancti Petri levantados por el Instituto Geográfico, resulta que este Estrecho mide desde el puente Zuazo hasta la Punta de la Cruz unas 600 hectáreas. (Véase el calco correspondiente, que solo contiene los caños principales.)

Para llenar este enorme vaso en una marea viva común y corriente de tres metros, se necesitan pues 18 millones de metros cúbicos. La marea máxima requiriría más de 23 millones.

En el plano, también *adjunto,* publicado por el Ingeniero Sr. D. Carlos Córtes, se ve que los cinco ojos del puente Zuazo suman un ancho lineal de 38 metros.

El Sr. Crespo ha medido la velocidad de las mareas vivas y de las muertas por delante de los diques del Arsenal, y ha encontrado que la máxima velocidad en mareas vivas es de 35

centímetros [1] y de 37 la velocidad-media de marea viva.

Ahora bien; desde Dubuat y Prony se ha comprobado que la velocidad no es la misma en todos los lugares de la Seccíón transversal de un curso de agua de régimen uniforme. Hácia la superficie es mucho mayor que á media profundidad, y cada vez disminuye á medida que las capas líquidas se acercan al fondo y á las orillas, donde, por causa del rozamiento y de la viscosidad, es sólo el 60 por 100 de la registrada en la superficie, cuando los cantiles son accidentados; (como pasa á los del Arsenal, por causa de las maderas enterradas.)

Pues (para no complicar) prescíndase de toda causa de retardación en las velocidades, y supóngase (contra lo evidente) que siempre, y durante toda una marea, el espesor del agua que pasa por el Zuazo sea de 4 metros.

Y tendremos, en tales supuestos, que el área mojada de los cinco ojos del Zuazo será

$$= 38 \times 4 = 152 \text{ metros cuadrados.}$$

Supóngase (también contra lo evidente) que el agua que pasa por esa sección camina cada segundo con la velocidad máxima encontrada por el Sr. Crespo, (nó la *velocidad-media* de las mareas vivas). Pasarán, pues,

$$152 \times 0{,}55 = 83^{m^3}, 60.$$

Doblemos, tripliquemos... decuplemos si se quiere este gasto de agua, y admitamos el fantástico resultado de que atraviesen el Zuazo, con una velocidad de $5\frac{1}{2}$ metros por segundo, has-

(1) HÉ AQUÍ LAS VELOCIDADES.

	Mareas muertas.	*Mareas vivas.*
A la pleamar...	0,00	0,00
Una hora después..	0,25	0,39
Dos horas después..	0,33	0,51
Tres después (media marea)	0,33	0,55
Cuatro	0,28	0,48
Cinco.	0,15	0,30
Cinco y tres cuartos (bajamar).	0,00	0,00
Velocidad-media	0,22	0,37
La estoa dura, pues, media hora próximamente ante el Arsenal.		

ta 836 metros cúbicos de agua; y aún así, en los 20 000 segundos útiles de una marea, no habrán podido entrar en el gran vaso comprendido entre el Zuazo y la Punta de la Cruz (cerrada por hipótesis,) más que 17 millones escasos;

$$836 \times 20\,000 = 16\,720\,000^{m^3};$$

¡Siendo así que para llenarlo en una marea viva común se requieren 18 millones, y 23 en una marea máxima!!

¡Qué no resultaría si llevásemos en cuenta todas las causas de retardación! ¡Ó bien, si calculásemos con la velocidad media!! ¡O bien si reparásemos en que hay mareas muertas!

Pero admitamos otro caso fantástico también.

Supongamos al Zuazo convertido en almenara ó vertedero, y que el agua cayese desde los ojos á un abismo con una carga de 3 metros, (que es la amplitud de las mareas vivas usuales) supongamos también (y es demasiado suponer) que no tenga contracción ninguna la vena fluída, prescindiendo así de su considerable coeficiente fraccionario.

¿Qué cantidad de agua se precipitaría en el abismo con estas inadmisibles condiciones en 20 000 segundos?

La fórmula teórica de todos los tratados de hidráulica

$$K = t\,L\,H\,\sqrt{2\,g\,H}$$

en que g es la intensidad de la gravedad=9, 8088 dá para este imaginario supuesto

$$K = 20\,000 \times 38 \times 3\,\sqrt{2 \times 9,81 \times 3} = 17\,487\,600 \text{ metros cúbicos.}$$

De modo que, como para llenar el vaso en marea común, se necesitan 18 millones, ni aún así habría para ocuparlo en una marea viva y mucho menos en una muerta.

Razón, pues, tiene el Ayuntamiento de Chiclana.

Razón el Ayuntamiento de San Fernando.

Razón los pescadores de Gallineras.

¿Cómo ha de quedar agua para el Iro ni para Gallineras,

cuando, cerrada la boca del Castillo, si alguna vez llegaba á vaciarse el Estrecho de Sancti Petri, jamás volvería á llenarse por los ojos del Zuazo?

Vaciarse podría. Llenarse nunca en cerrando la boca del Castillo.

Y razón tiene el Ayuntamiento de San Fernando al temer por el porvenir del Arsenal y de la Industria salinera; pues, oclusa la boca del Castillo, se aterraría inmediatamente todo el Canal; y, sin él, cesaría la navegación y se acabarían las salinas.

¿Cómo los salineros no se alarman? ¿Cómo no se mueven? No les consta que, por punto general, á causa de lo insuficiente del abra de las compuertas, no se llenan en una sola marea hasta el máximum todas las piezas que constituyen los depósitos de sus salinas?

Se comprende que la Marina, *para tener Arsenal*, reivindicase su derecho á convertir de nuevo en marismas los terrenos de las hoy ricas salinas de toda la Ribera: se comprende que para los salineros sonase á absurdo semejante reivindicación; pero no se concibe que esos mismos salineros vean con pasividad musulmana que se esté cerrando el Sancti Petri,[1] cuando les consta, *por lo que ven todos los días*, que esa oclusión ha de dar para ellos el *mismo* funesto resultado que les daría la reivindicación más *ab irato*. ¿O es que les aterra, nó la idea de la muerte, sino la de una muerte repentina? ¿Es que están ya también convenidos de que ha de morir *sin remedio* la floreciente industria de la sal?

Nó: la industria de la sal no debe perecer: no hay porqué haya de morir; existen medios de salvarla, salvando al propio tiempo el Arsenal; pero cerrar la boca del Castillo será para los salineros lo mismo que reconvertir en marismas las salinas. Haciéndolas marismas otra vez tendríamos Arsenal por mucho tiempo: cerrando la boca del Castillo no habrá pronto ni salinas ni Arsenal.

---

(1) No se olvide que esto se escribía á mediados de 1881.—S. V.

Lo que no se comprende tampoco es que Cádiz no se alarme. La canal de su bahía es una resultante de las aguas que almacena no solo el caño del Arsenal, con sus afluentes, sino también la bahía interior de Puerto Real y la gran ensenada del Río Arillo.

Terraplenado el caño del Arsenal, puede asegurarse que no tardarían ni un siglo en terraplenarse también las otras dos ensenadas; y entonces Puntales y Matagorda quedarían unidos por una vasta marisma, que se extendiera acaso hasta Puerto Real y el Rio Arillo, dejando así de existir el famoso puerto de los Fenicios y de los Cartagineses.

Podrá alegarse que no se pretende *cerrar del todo* el Estrecho de Sancti Petri por el lado del Castillo; pero esta variante no constituye diferencia *esencial.* Si hoy las aguas del Atlántico, penetrando por la actual extensa boca del Castillo, recorren 13 kilómetros hácia El Vicario (ó El Puntalete, ó el paraje que fuere), mañana recorrerían solo 4 kilómetros ó 5 (distancia muy difícil de vaticinar); pero la esencia de los fenómenos permanecería idéntica; porque tampoco el vaso, aun reducido á su mitad se llenaría; y porque la disminución de la capacidad no vá á hacer desaparecer lo sustancial de la objeción.

Donde quiera que las aguas se hubieran de encontrar, una vez reducida el abra de la Punta de la Cruz, allí se formaría ineludiblemente otro delta como el de El Vicario; una obstrucción análoga á la actual; y, por lo tanto, nada estorbaría los inevitables aterramientos que se quieren impedir. La interferencia de las dos corrientes encontradas volvería á producirse, y con ella la conversión del Río Sancti Petri en dos callejones sin salidas.

Y, he aquí porqué, en *rigor* y esto es lo FUNDAMENTAL é IRREFUTABLE, no era de precisión haber descendido á la materialidad cuantitativa de los números, ni al exámen de planos de ninguna clase, toda vez que, *aun suponiendo inexactos tanto los planos como los guarismos, las deduciones serían siempre las mismas exceptuando el plazo;* porque, según se sabe sin gé-

nero de duda, cerrado un canal de marea por una de sus bocas, el canal se terraplena *irremisiblemente y muy pronto.*

Si en la gran ensenada del Río Arillo (la cual desde la canal de Puntales hasta tierra mide como 2000 hectáreas) se ha levantado el fondo en 91 años más de un metro, según se observa en el plano comparativo de las sondas de Tofiño y del Piles[1]; si, admitiendo solo un metro de espesor, ya dá el cálculo más de 20 millones de metros cúbicos de fango, ó sea más de 220000 por año; si los aterramientos, según el Piles, han avanzado desde la costa hácia el canal de Puntales invadiendo más de 430 hectáreas que se hallaban libres de fango en 1789; si, hace un siglo, apenas existía la Punta Laclica y hoy se ha adelantado una milla hácia el Trocadero, cubriendo más de 30 hectáreas (á razón casi de hectárea por año transcurrido); si, además, marcan 3 metros y 2 decímetros á la bajamar las sondas tomadas en 1870 por el Piles al Sur de la isllla de El Vicario, y hoy, en 1881, no queda ya ni un metro siquiera de calado; si el caño de Puerto Real no es ya practicable á toda hora de marea; si ya no pueden los grandes buques entrar en los diques como no se drague... ¿no debemos autorizadamente presumir que antes de un par de generaciones pertenecerá acaso á la historia el Estrecho de Sancti Petri, dejando de ser isla la Isla de León, á cerrarse ahora la boca del Castillo, total ó parcialmente? ¿Se trata acaso de ilusiones? ¿Hay alguien tan ciego que no vea?

Hoy no es precisamente *cantidad de agua* lo que falta; lo que falta es la *velocidad indispensable para degradar los fondos.*

Todo un Oceano en reposo no removerá jamás su lecho. Por el contrario, una ligera lluvia torrencial arrastra los peñascos de los montes.

Y esa velocidad indispensable es la que ya no existe.

Preciosas son las observaciones relativas á la rapidez de la marea hechas por el Sr. Ingeniero Crespo, porque, gracias á

(1) Las sondas anotadas con tinta carmín, son las que tomó Tofiño en 1789.

ellas, ya se sabe que el movimiento, nulo en los momentos de la pleamar y de la bajamar es de 37 centímetros, *término medio* á marea viva, y de 22 á marea muerta.

Admitiendo que la velocidad en el fondo según las fórmulas de Prony aplicadas á los experimentos de Dubuat, sea

$$W = 0{,}60\ V \text{ (1)},$$

(donde V= la velocidad en la superficie),

tendremos que las velocidades medias en el fondo resultarán respectivamente 22 centímetros y 13; con lo cual no hay bastante para la erosión de los fangos; porque de las observaciones del mismo Dubuat resulta que para degradar los terrenos de arcillas densas y de arenas se requiere una velocidad cuando menos de 30 centímetros *junto al cauce.*

En mareas muertas no la hay ya nunca ante los diques del Arsenal de la Carraca: en mareas vivas tal vez exista durante algunos momentos; de donde se deduce que, acaso, puedan las mareas muy vivas remover los fangos ligeros (que los salineros de esta Ribera llaman *mafla*, y á los cuales se refiere el Sr. Almeyda en su Memoria); pero es evidente que carecen de poder para degradar los fangos más densos (llamados *gredosos* por los prácticos) y que se hallan de 1 á 2 piés bajo el mafla. Y la prueba de que las corrientes no poseen los 15 centímetros de velocidad necesarias para degradar arcillas blandas, es la misma existencia de una capa de 12 pulgadas de mafla ante los diques del Arsenal; la cual de seguro no estaría allí alarmantemente sedimentada, si las corrientes poseyeran poder siquiera para raerlas, arrastrarlas y llevárselas fuera del caño [2].

---

(1) Véase Morin, Dulos, y otros.

(2) Velocidades á que puede llegar el agua sin degradar los fondos (véase Morin, página 111) de

	Tierra vegetal....	0,m076
0,076 × 2...	Arcillas blandas.	0, 152
0,152 × 2...	Arenas .	0, 305
0,305 × 2...	Gravas..	0, 609
	Guijarros.....	0, 661
0,661 × 2...	Piedras sueltas, selices.....	1, 220
	Conglomerados pizarra blanda....	1, 520
	Lajas....	1, 830
1.052 × 2...	Rocas duras	3, 050

¿Existe esa capa? Luego no hay fuerza en las mareas para llevársela.

Y si en la gran arteria que pasa por delante del mismo Arsenal de la Carraca no hay ya corriente bastante poderosa para llevarse el mafla, ¿qué decir de los otros caños secundarios alimentados por tan poco veloz arteria? ¿cómo de ellos se han de arrancar los fangos? Así es que casi todos los cargaderos de las salinas carecen de fondo suficiente.

Repitámoslo. No es agua lo que falta: lo que falta en ella es la *celeridad de erosión*.

Y, como ya no hay marismas, nunca más volverá á haber semejante celeridad, á no procurarla artificialmente por medio de las *represas torrenciales*.

Suponiendo, pues, que en un plazo más ó méuos largo, pero siempre á corta fecha (10 años, ó 12, ó hasta 20 si se quiere) los ineludibles aterramientos de un saco sin salida cieguen el vaso más allá de la islilla del Vicario, y, ya terraplenado en otro sitio, se vaya viniendo el terraplen hácia el Zuazo ¿no nos encontrarémos entonces en el mismo, mismísimo caso actual?

Hoy las aguas que fluyen por delante de la Carraca no pasan del delta de El Vicario (?) por servirle de malecón la presión hidráulica antagonista de la marea que á su encuentro viene del Castillo. Pues bien; cuando en vez de agua, las detenga EN EL MISMO PARAJE el fango del ya obstruído canal ¿habrán adquirido aguas el poder que ahora no tienen, POR FALTARLES LAS MARISMAS, de crear poderosas corrientes de limpia, profundizadoras de los fondos? ¿Qué diferencia podrá haber entre el caso actual y el que ocurrirá dentro de 10 años ó de 20?

La interceptación de las aguas del Arsenal en el delta de El Vicario, ya sea por fangos, ya sea por presión hidráulica antagonista ni importa ni hace al caso; y entonces nos encontraremos como hoy respecto al Arsenal; pero ¡SIN ESPERANZA YA ninguna respecto á lo porvenir!!

No obstante, admitamos que con la oclusión de la boca del Sancti Petri se creasen (que no se crearán) durante algunos pocos años, corrientes enérgicas que *temporalmente* devolvieran

al Caño de la Carraca su antigua profundidad, ¿valdría la pena hacer nuevos y exhòrbitantes gastos por *retardar una muerte segurísima é inevitable?*

¿A qué acelerar la obstrucción de importantes canales dependientes de la marca del Castillo, como el del Iro, ni inutilizar Caños como El Alcornocal, puerto de refugio á los faluchos pescadores? ¿A qué acelerar lo que en tiempo algo largo hubiera de suceder, cuando de ello no resultaría á la Carraca sino un muy transitorio beneficio?

Por fortuna no están los Caños *destinados á terraplenarse;* porque la industria humana no lo ha de consentir.

El porvenir de esta localidad, dadas sus condiciones actuales y sus industrias más florecientes, con especialidad, la salinera, depende de la conservación indefinida del Estrecho del Sancti Petri. ¡Sin el Sancti Petri, imposible el Arsenal! ¡Sin el Sancti Petri, imposible la industria de las sales! ¡Sin el Sancti Petri imposible la bahía! Piénsese en esto bien: IMPOSIBLE LA BAHIA!!! PIENSELO, PUES, CADIZ.

Y ¿qué sería de Cádiz, de San Fernando, de Puerto Real y de los demás pueblos limítrofes, si desapareciesen las actuales condiciones marítimas que hoy constituyen su ser? ¿Que hoy lo hacen un irreemplazable puerto militar?

El problema no es, como aparece á primera vista, el de conservar el Arsenal juntamente con la industria salinera.

EL PROBLEMA ESTÁ TODO EN CONSERVAR EL SANCTI PETRI.

En resúmen:

¿Qué juicio, dejando aparte pormenores y considerando el pensamiento en su esencia, merece el proyecto del Sr. Don Manuel Crespo y Lema?

El de inspirado, á consecuencia de respetabilísimos y profundos estudios científicos, en la desconsoladora convicción de ser imposible el evitar la obstrucción completa de los caños de marcas; y, por tanto, de ser inevitable el cegamiento total del

Río Sancti Petri, y la pérdida, al fin, del Arsenal de la Carraca: el de fundado, con lógica inflexible dada tal convicción, en una idea verdadera y profundamente científica, con el deslumbrante objeto de alargar alguna cosa la vida del amenazado Arsenal, sacando *entre tanto* partido de los aterramientos del gran vaso del Río Sancti Petri: el de seriamente objecionable en lo cuantitativo, pero, aún así y todo, de resultado pobre y transitorio en ahondar algo *por lo pronto* el hoy inservible Caño de la Carraca; pero ¡ay de la industria salinera! ¡Cuán velozmente se cegarán todos los canales, si en la Punta de la Cruz se alzan potentes malecones obstruccionistas! nó los endebles y entecos que se están allí levantando, y que las mareas ó los temporales derribarán irremisiblemente, [1] por carecer del peso y de la resistencia necesarias pára represar aguas profundas con un desnivel de 4 ó 5 decímetros!!

Gloria, pues, al Sr. Crespo, por haber logrado desviar á la Marina de la obcecada, funesta, tenaz, despilfarrada, onerosísima é insensata pasión por el dragado; pero que no se lleve á cabo tan fatal proyecto sin sujetarlo antes á revisión cuantitativa; pues, cuando el ilustre Ingeniero hizo sus cálculos y formuló su plan, no se tenía conocimiento de la cabida—verdaderamente enorme—del vaso del Sancti Petri, y los nuevos datos evidencian la imposibilidad de llenarlo en el espacio de seis horas por los exíguos ojos del Zuazo.

Sin hacer cálculos, y sin tomar siquiera la pluma ni el lápiz en la mano, suelen obtenerse cómputos exactos por los hombres de la práctica. El concurrente habitual á un teatro dice sin equivocación y sin contar: "hoy hay más gente que ayer, ó menos que tal día." Pues sin duda alguna, por tino práctico y experimental, y nó por criterio analítico, los periódicos hostilizaron en su día el proyecto del Sr. Crespo y Lema: aún es-

---

(1) Sabido es que se cumplió también este anuncio de Benot.—S. V.

tando ya aprobado, nadie se apresuraba á poner la primera piedra: en vías ya de ejecución, el Ayuntamiento de la ciudad de San Fernando abre Certámen "en busca de remedio al conflicto del Arsenal"; y, antes, el Municipio de la villa de Chiclana acude en queja á la Superioridad, temeroso del transporte de sus vinos y de la existencia de sus molinos de marea; los pescadores de Gallineras se alarman; y la Sección provincial de caminos y canales niega al plan su asentimiento.

¿Por qué esta unanimidad en la desaprobación?

¿Por qué? Porque todos los verdaderamente conocedores del asunto ven por intuición y sienten sin demostraciones de fórmulas incompletas, que el gran vaso del Sancti Petri no puede llenarse por los ojos del Zuazo en las 6 horas de la creciente, si se cierra la entrada del Castillo.

Por lo demás, la obra del Sr. Crespo revela, como la del Sr. Almeyda, sentimientos dignísimos, afecto por el Departamento Gaditano y verdadero interés por el bien de la Marina. (1) Por sus eminentes aspiraciones merece la mayor consideración.

---

(1) Es rara coincidencia que los dos proyectos de los Sres. Crespo y Almeyda, sean objecionables respecto á lo cuantitativo, por no haber echado de ver el uno ni el otro que por el abra de sus recipientes no son estos íntegramente anegables en 6 horas: (el Sr. Crespo, no llevando en cuenta la insuficiente abra de los 5 ojos del Zuazo: el Sr. Almeyda, aun calculando bien la de las compuertas de las salinas).

También ambos proyectos coinciden en llevar el fango á sitios donde causarían graves daños: el Sr. Almeyda á la rada de Puerto Real y el Río Arillo: el Sr. Crespo á El Rio Sancti Petri.

Pero difieren en que los aterramientos del proyecto Almeyda, serían lentamente perjudiciales y los del proyecto Crespo, lo serían inmediatamente.

XIV.

Energía de las mareas gaditanas, bastante para remediar el mal que causan.

Donde hay fuerzas, siempre hay recursos.—Fuerzas de las mareas gaditanas.—La fuerza es tanta, que para no abusar de ella hay que pensar en dos períodos: período de violencias torrenciales: período de circulación tranquila de las aguas con fuerzas erosivas considerables, pero sin la violencia torrencial.

Desconsolador es ciertamente el estudio que venimos haciendo: dirá el lector á quien interesen estos problemas: ¿Es que no tienen solución? ¿Es que el puerto militar de Cádiz está llamado á desaparecer, y pronto?

El limpiar la bahía por medio de dragas es sencillamente una insensatez.

Dos propuestas, fundadas en principios verdaderamente científicos, han sido presentadas por hombres de la mayor competencia; la una, sin duda propia para limpiar los cargaderos, sería de una lentitud extrema, caso de resultar efectiva, para despejar el Caño de la Carraca, y no satisfaría las presentes exigencias de la Marina de guerra ni de la de cabotaje, que reclaman hoy por hoy remedios de rapidísima energía: la otra, acaso alguna cosa más eficaz *por el pronto*, produciría inmediatamente el aterramiento total del Sancti Petri y la muerte segura de las salinas y del Arsenal...

¿Es que el mal carece de remedio?

¿Tienen, pues, razón los que, *descorazonados ya*, ceden como árabes á un fatalismo aterrador? ¿Es que no existen recursos para conservar la Bahía Gaditana? ¿No queda ya medio ninguno de conjurar el mal?

Oh! donde hay fuerza siempre hay recursos, y la fuerza de las mareas gaditanas es de increíble magnitud.

No solamente hay un medio, sino muchos. La fuerza de que se dispone es tanta, que nada más fácil que limpiar los caños, y hasta arrasar con ella el Arsenal. En Ostende, el arte obtuvo corrientes tan violentas y tan erosivas, que inspiraron temor por la seguridad de los muelles, y hasta de la misma población. Y en Cádiz hay que pensar no solo en las violentísimas CORRIENTES TORRENCIALES DE REPRESA, sino en sistemas de CIRCULACIÓN TRANQUILA de las aguas, los cuales posean fuerzas erosivas considerables, pero que carezcan de la furia torrencial.

Así, pues, *para el principio*, limpias torrenciales; QUE NADA MENOS EXIGE LA INMENSA MAGNITUD DE LOS ACTUALES ATERRAMIENTOS Y OBSTRUCCIONES.

Pero, para después, sistemas de circulación contínua que sosegadamente arranquen y arrastren los fangos fuera de la bahía y de sus caños y canales.

Así las enfermedades agudas reclaman *al principio* remedios heroicos; y luego se termina la cura con los cuidados de la higiene.

No hay, pues, motivos para desfallecimientos. No solo existen fuerzas en las mareas para la limpia, sino que sobran. Lo que habrá siempre que temer será el abuso de las fuerzas del mar.

Los trabajos, pues, que hayan de asegurar la existencia de la bahía y del Arsenal, han de dividirse en dos períodos:

1.° Período de violentas limpias torrenciales de represa.

2.° Período de erosión tranquila de los fangos y de acarreo contínuo hasta el Atlántico por la boca del Sancti Petri.

Conviene hablar con separación de ambos períodos.

XV.

Período de violencia torrenciales.

Urgencia de acudir á las limpias torrenciales por la inmensidad de los aterramientos y la inminencia del peligro.—Necesidad de grandes estanques en que se represe el agua por medio de series de compuertas giratorias.—Gran estanque de 600 hectáreas comprendido entre el Zuazo y la Punta del Horno.—Pormenores de construcción.—Exclusas.—Cuestiones referentes á los puentes de hierro del ferrocarril: Dilema: ó se quitan las escolleras de estos puentes, ó se utilizan.—Si la utilización de la escollera del primer puente fuese únicamente provisoria, daría muy brillantes resultados al principio: después sería funesta.—Los fangos no se deben lanzar sistemática ni permanentemente hácia la Bahía de Cádiz.

Primer período: Epocas de erosiones violentísimas y de limpias torrenciales.

Contra una fuerza natural y constante no cabe más que oponer otra fuerza natural, permanente, y de poder mayor.

Contra los acarreos del mar y del Guadalete, la potente fuerza de las mareas gaditanas.

Ahora bien; si no hay ya marismas, por ser todas de los salineros; si, por no haberlas, falta á las *corrientes naturales* aquella velocidad indispensable para raer los fondos, degradarlos, arrastrar los fangos y devolver á los caños su antigua profundidad; si es enorme el volúmen de materias térreas que á la bahía trae todos los años el río Guadalete; si sería de toda impopularidad proponer la reconversión en marismas de las salinas destruyendo la riqueza salinéra ya creada; si es sencillamente una temeraria insensatez recurrir al dragado por medio del vapor, y si razones científicas del mayor peso y el ejemplo de otros países aconsejan resueltamente la adopción de las

LIMPIAS TORRENCIALES para quitar obstáculos y barrer pronto los aterramientos obstruccionistas, no queda por resolver más que un problema, sin duda desde cierto punto de vista de grandísima importancia, pero muy secundario en realidad: el problema económico: el de la cuantía de la solución. Las REPRESAS TORRENCIALES (*chasses, scouring-basins*) cuestan mucho: la de Honfleur, abierta últimamente este año (1881), ha costado 24 millones; procede, pues, preguntar: ¿Tendrémos nosotros recursos bastantes á construir la colosal represa propia para la enorme *limpia torrencial* que haya de devolver su antiguo fondo al Caño del Arsenal de la Carraca, y hasta aumentarlo si fuera conveniente?

¿Cuánto dinero no será menester para construir el enorme receptáculo que á marca alta almacena la fuerza de la pujante catarata capaz de arrebatar la mole inmensa de los fangos?

Por fortuna, casi todo está ya hecho, y hecho á la perfección.

Esto, á primera vista, parecerá acaso un delirio; y, sin embargo, es una incuestionable verdad.

Lo que parece inconcebible es el cómo no se le ha ocurrido antes á todo el mundo.

El gran vaso donde ha de represarse la marea es el cauce mismo del Sancti Petri desde el Zuazo á la Punta del Horno, situada al Este y á poco más de 300 metros de la Batería de Urrutia, frente al Castillo de Sancti Petri. (De este modo queda libre El Caño Alcornocal, que sirve de puerto de refugio á las barcas pescadoras, y que *de ningun modo* debe hacerse impracticable: es cuestión de humanidad).

(Ténganse á la vista los planos números 4 y 5; porque, de tenerlos presentes será más fácil comprender lo que, sin inspeccionarlos, no apareciera acaso evidente de la evidencia mayor).

El gran receptáculo, pues, está ya casi hecho, y, pocos, ó acaso ninguno, habrá en el mundo que le igualen, puesto que mide próximamente 600 hectáreas [1]. El de Ostende mide únicamente 78.

---

(1) Hé aquí la superficie de algunas represas (*chasses*) de las más considerables. (Véase Minard.)

Ostende	78 hectáreas.	Calais	40 hectáreas.
Graveline	15 „	Boulogne	60 „
Dieppe	34 „	Fécamp	28 „

Veamos lo que hay respecto de las paredes de contención.

El acantilado se hallará constituído:

1.° Por las dos orillas del Estrecho: esto es, por la ribera de la Isla de León y por la ribera de la Península Española que mira hácia Chiclana;

2.° Por la semipresa del puente Zuazo (que se modificará y será provista de compuertas convenientes y adecuadas para la limpia torrencial);

3.° Por otra semipresa que habrá que construir en la Punta del Horno, según el corte del plano n.° 9, alzado por los Sres. D. José Soulé y D. Juan Lavalle.

Está, pues, formado ya naturalmente el gran acantilado longitúdinal en las orillas (cada una de 12 kilómetros): no hay, por tanto, nada más que hacer. Sus taludes de fango son excelentes. Los salineros, al cercar las salinas, los han reforzado de un modo considerable; y, en todo caso, fácil sería defender con espigones las orillas que lo necesitasen.

Pero hay que cerrar la Punta del Horno, pues por aquí no hay nada hecho.

Las dos orillas de El Río Sancti Petri, el Zuazo y la línea del Horno, constituyen la gran represa proyectada.

La nueva represa ha de cumplir dos fines:

1.° A la creciente, ha de dejar entrar por el Puente Zuazo y por la línea del Horno toda el agua que ahora entra en el Estrecho; pero no ha de dejar salir ninguna á la vaciante, sino cuando el sistema torrencial lo requiera;

2.° Ha de permitir, por medio de exclusas, la entrada y la salida de los barcos, siempre y á todas horas.

Veámos lo primero:

Para que ingrese sin dificultad por la Punta del Horno toda el agua que ahora llena por aquel lado el Sancti Petri, es necesario que, al estoar la creciente, pueda cerrarse aquella línea por el mayor número posible de compuertas giratorias al rededor de ejes verticales; (lo que, por fortuna, sugiere desde luego, y al propio tiempo entraña la solución más económica).

Y, para que en el gran cauce ingrese por el Zuazo una

cantidad de agua muchísimo mayor que la que ahora ingresa por sus cinco ojos, deberán:

Demolerse los dos enormes macizos de mampostería que ahora separan los tres arcos centrales, (con lo que se obtendrá un abra de 100 metros:—no hay inconveniente en que el abra sea mayor—);

Quitarse hileras de laja en el abra así formada, á fin de que la cresta de la escollera, siempre sumergida, quede tres metros más baja, cuando menos, que el nivel de la más escorada bajamar del año;

Y construirse los pilares que hayan de sostener el tablero del nuevo puente en sustitución del actual, de tal manera, que entre ellos puedan girar, al rededor de ejes verticales compuertas semejantes á las que funcionen en la línea de la Punta del Horno, á fin de que, á la estoa de la creciente, puedan estas compuertas, cerrándose, represar toda el agua que por entre ellas haya entrado en el gran cáuce de El Río. (Véanse los planos correspondientes.)

Vamos ahora á lo segundo:

Se necesitan las exclusas con dos objetos:

Para no interrumpir jamás la entrada y salida de los barcos que cargan la sal, ni de los faluchos pescadores de Gallineras;

Y para que, en caso de guerra, puedan entrar y salir por la boca atlántica del Sancti Petri las fuerzas sutiles de la Armada, los torpederos, etc. Tal vez sea de capital importancia algun día el trayecto por el Sancti Petri, ó la entrada ó la salida por la Boca del Castillo de las fuerzas que ahora tienen que efectuarlo necesariamente por la inmensa abra de la bahía entre San Sebastián y Rota.

El derribo de los dos grandes macizos que separan los tres arcos centrales del Zuazo, y la profundización de la escollera hasta tres metros por debajo del nivel de la más escorada bajamar, son de necesidad absoluta, no solamente para que en todo caso hallen fondo en las exclusas los faluchos, los torpederos, etc., sino también, y esto es lo importantísimo, para que,

retenidas las aguas en cada marea á su máxima altura durante casi toda la menguante, puedan salir TORRENCIALMENTE en cantidad inmensa á los últimos momentos de la bajamar: (esto, caso de no adoptarse el procedimiento de las limpias sosegadas.)

Y, para que la limpia sea verdaderamente TORRENCIAL y pueda obtener el máximum de erosión, es necesario evacuar la represa en el menor tiempo posible; y, al efecto, se necesita un abra de consideración, tanto en ancho como en alto.

Las piedras que se saquen de esos macizos podrán servir para rellenar los socavones, que, si nó, formaría el agua de la catarata con su caída al pié de la almenara.

Aunque siempre pudiera ser mayor, parece suficiente el abra de cien metros que se propone.

En efecto, supongamos lleno el vaso del Sancti Petri, desde el Zuazo á la punta del Horno, con una marea no máxima, sino solo de tres metros.

Aguardemos á que sea marea baja comun en el Caño del Arsenal, y entonces abramos de golpe, por un medio mecánico cualquiera, las cerradas compuertas giratorias; y el volúmen de agua saldrá en el primer segundo por este colosal vertedero conforme á la fórmula teórica

$$Q = L\,(H-h)\sqrt{2g(H-h)} + Lh\sqrt{2g(H-\tfrac{h}{2})},$$

donde faltan los coeficientes prácticos de contracción.

Y tendrémos

$$Q = 100 \times (6-3)\sqrt{(2\times 9{,}81\,(6-3} + 100 \times {}^{3}\sqrt{(2\times 9{,}81)\,(6-\tfrac{3}{2})}$$

$$Q = 100 \times 3\sqrt{19{,}62\times 3} + 100\times 3\sqrt{19{,}62\times 4{,}5}$$

$$= 2301 + 2915.$$

$= 5216^{m3}$ en el primer segundo.

Rebajemos esta suma á la mitad para dejar anchísimo márgen á la contraccion de las venas fluidas y á los gruesos de las compuertas; y siempre estaremos plenamente más que dentro de lo práctico, suponiendo que en cada segundo de la primera hora salen de la represa 2500^{ms}, cantidad triple que la lanzada por

las *chasses* mayores del mundo, que son las de Dunkerque (1); y en todo caso, más que bastante para degradar los fondos del Caño del Arsenal en poquísimas limpias torrenciales.

Naturalmente, al que esto lea le ocurrirá preguntar: ¿y qué será del puente del ferrocarril?

La respuesta no puede ser más sencilla: el TORRENTE SE LO LLEVARÁ.

Nueva pregunta: y ¿será lícito atentar así á los intereses de la Compañía del Ferrocarril?

A tal pregunta hay que contestar con esta otra: Y ¿es lícito á la Empresa del Ferrocarril matar la industria salinera é inutilizar el Arsenal?

El Sr. Almeyda, con energía viril ante el peligro, dice en su laureada Memoria:

"Conocidas, como lo son ya, las causas del mal, fácil es aplicarles el remedio, que consiste: *en hacer desaparecer los obstáculos que neutralizan la fuerza de la corriente;* impedir que haya remansos en las orillas del Arsenal, y procurar que el volúmen de agua que pasa por los caños en el flujo y reflujo, se aumente en todo lo que sea posible, para que su sola fuerza arranque y arrastre fuera de la bahía de Cádiz el material aglomerado en los caños del Arsenal, y sobre todo en su lado de Poniente, donde están situados los diques."

Enseguida pasa el Sr. Almeyda á exponer su sistema (de que ya se ha hecho mérito), y luego dice:

"Simultáneamente sería conveniente obligar á la Empresa del Ferrocarril á construir pilas donde hoy tiene los estribos del puente, y *retirarse con ellos tierra adentro, fuera del alcance de las mareas*; á fin de que la fuerza de la corriente pueda ejercerse sobre una y otra orilla de El Río, y nó como sucede hoy, que las aguas sólo corren por el centro: bien es verdad, que estamos seguros de que, sin necesidad de obligar á la Empresa á ejecutar estas obras, ella se verá precisada á hacerlas, por-

---

(1) Ya está dicho que las *chasses* de Dunkerque dejan salir 820 m. por segundo.

que el aumento de fuerzas en la corriente con la apertura de las compuertas de las salinas y construcción de la presa, (la de la Punta de la Cruz), descarnará los estribos en menos tiempo de lo que se cree; y, para no dejar el puente colgado, tendrá necesidad de ejecutarlas y facilitar la salida de las aguas.”

Digna de aplauso es la entereza con que el Sr. D. Joaquín Almeyda osa ponerse de frente á una Empresa tan poderosa como la del ferrocarril, y con tantas influencias en las esferas del Gobierno; pero es el caso que todavía San Fernando y Cádiz y Puerto Real y Chiclana, y cuantos sientan interés por la localidad y cuantos consideren irreemplazable el puerto militar y mercante de Cádiz, han de tener valor para atreverse á más que el Sr. Almeyda: esto es, á exigir sin contemplaciones y como condición *sine quâ non* que quede franca y expedita *toda la antigua sección mojada del Caño*, cegada completamente á marea baja por la obstructora escollera, sobre la cual se alza el puente de hierro del ferrocarril. (1) Y la exigencia no ha de limitarse á este solo puente, sino que debe hacerse extensiva á los otros dos que cruzan los caños de El Aguila y de El Horcajo.

¿En qué juicio cabe que una Empresa particular tenga derecho á perturbar la vida de toda una región? ¿del comercio universal del Globo que necesita de la Bahía Gaditana?

Pero aquí surgen dos cuestiones; una de derecho y otra técnica.

Cuestión de derecho: ¿Puede exigirse á la Compañía del Ferrocarril que *sin indemnización* deje franca y expedita la antigua sección mojada de los Caños, lo cual casi es lo mismo que exigirle la construcción de nuevos puentes? ¿Habrá que indemnizar? Hé aquí una cuestión jurídica que no cabe en la esfera de este escrito. Solo tendría entrada en ella cuando la indemnización hubiera de figurar entre los renglones del presupuesto de las obras.

(1) No se olvide que D. Eduardo Benot habla aquí del puente que existía hace cinco años.—S. V.

Pero, si hubiera lugar á indemnización según derecho extricto; (y, si no por derecho extricto, siquiera por equidad, hubieran de subvencionarse los nuevos puentes sustitutos de los actuales, ya colgantes, ya tubulares, ya giratorios, en parajes donde no obstruyeran más los caños), entonces ni San Fernando, ni Cádiz, ni Puerto Real, ni Chiclana, deberían titubear un solo instante en satisfacer la indemnización, por más que semejante indemnización constituyera un gravámen igual al de las obras. Es preciso no perder tiempo en litigios, y es justo además pagar la incuria de haber consentido los puentes. Los errores se pagan, y es imperdonable el de haber dejado construir tres enormes escolleras arrojando piedras á los caños hasta formar asesinos malecones.

Cuestion técnica. —Las limpias torrenciales se llevarían sin duda esas escolleras funestísimas; pero las lajas que las forman irían hácia la Canal de Puntales y la ensenada de Puerto Real, donde, depositadas, serían siempre materia dispuesta á nuevos y terribles aterramientos. Es preciso, pues, extraerlas á todo trance, ó bien sacar partido de ellas de un modo permanente.

¿Sacar partido de ellas? Sí: SACAR PARTIDO DE ELLAS; y, hé aquí una *variante* digna de la mayor consideración, y muy propia de este primer período de violentas erosiones.

VARIANTE PRIMERA.

Supongamos que el Estado, ó bien San Fernando, Cádiz, Puerto Real y Chiclana adquiriesen de la Compañía del Ferrocarril la escollera donde está el primer puente de hierro [1]. Una vez adquirida, y construído otro puente de modo que no estorbara, podrán establecerse en ella las compuertas girato-

(1) Benot se refiere al que existe hace cinco años.—S. V.

rias que se proponen para el Zuazo, cerrar, *también por lo pronto*, con compuertas automáticas *usuales* los actuales cinco ojos del Zuazo, donde, también por lo pronto, no se haría obra ninguna más; y, obtenido así expeditivamente un estanque de represa, utilizarlo acto contínuo para lanzar torrencialmente desde la escollera del actual puente de hierro sobre los fangos del Arsenal las aguas represadas á cada creciente.

La escollera del puente de hierro, el puente Zuazo y las dos orillas de El Río, constituirían un estanque cuadrangular, cuya extensión sería de 36 hectáreas, según el plano n.° 5. Pocas represas de limpias torrenciales habría mayores que esta: la de Gravelines tiene 15 hectáreas, la de Fécamp 28, la de Dieppe 34.

Esta represa *provisional* dejaría limpio el caño del Arsenal en brevísimos días: en menos acaso de dos meses. Limpio el caño por delante de los diques, podrían entonces utilizarse los torrentes, dejando salir las aguas por los ojos del Zuazo, con el fin de dar fondo á El Río desde el delta de El Vicario, (que bien pronto desaparecería) hasta las salinas de San Pedro, ó de San Judas; todo lo que no tardaría mucho en conseguirse.

Pero este estanque sería al cabo funesto, (tal como se ha descrito sólo para hacer ver que hay un medio rapidísimo de conjurar el conflicto inmediato). Sí: este estanque sería funestísimo tal como queda indicado; aunque no de otro modo que se estudiará luego detenidamente, para poner de manifiesto sus muchísimas ventajas.

Pero ¿por qué tan funesto según la indicación anterior?

En primer lugar, si lo provisional se hiciera permanente, los fangos sedimentados delante de los diques irían á posarse desde La Carraca á la Canal de Puntales, extendiéndose al mismo tiempo por las ensenadas de Puerto Real y del Arillo y acabando de terraplenarlas.

En segundo lugar: regularmente en los receptáculos destinados á los torrentes de limpia entra el agua con suma lentitud durante las seis horas de la creciente, y sale como catarata en poquísimos momentos al fin de la vaciante; porque las

limpias torrenciales se efectúan en 15 ó 20 minutos á lo más. Solo por excepción se llenan estos recipientes en algunas localidades, como en la reciente *chasse* de Honfleur, poco antes de la estoa de pleamar, que es cuando viene el agua de la creciente algo más limpia. Pero, como el agua de marea, cargada de las materias que constantemente trae en suspensión, tiene siempre y en todo caso tiempo bastante para dejarlas sedimentar durante la estoa de la pleamar, y después, durante las cinco horas de menguante en que permanecen detenidas y estancadas, ocurre *inevitablemente* que las represas se van rellenando poco á poco de arenas y de fangos; y, para que sus fondos no se alcen perjudicialmente, disminuyendo la capacidad de los receptáculos al mismo tiempo que la mole del agua torrencial, hay necesidad de dragarlos de tiempo en tiempo, y pechar con todos los gastos é incomodidades de tan enojosa operación; ¡inconveniente verdadero y no poco oneroso del sistema de limpias torrenciales!

Y hé aquí por qué es absolutamente necesario el segundo período de *tranquila circulación continua*:

Para no pensar nunca en dragados;

Para no llevar á bahía nunca más sistemáticamente los fangos fronterizos á los diques y La Isla Verde;

Sino, por lo contrario, hacerlos salir siempre y constantemente por la Boca del Castillo de Sancti Petri.

Como recurso *temporal y expeditivo* puede ser *lícito* lanzar sobre bahía los fangos fronterizos á los diques: como sistema *permanente* sería *imperdonable.*

XVI.

Período de erosiones sosegadas.

Sistema de circulación continua artificial.—Llenar con pequeña carga hidráulica el gran vaso á la creciente por el Arsenal, y dejarlo desaguar con la misma carga hidráulica por la boca del Castillo de Sancti Petri.—Constante salida de los barros del Guadalete por la barra del Castillo.—Pormenores.—Transformación en aire comprimido de la fuerza remanente de las mareas represadas.

SEGUNDO PERÍODO. ÉPOCA DE EROSIONES SOSEGADAS Y DE CIRCULACIÓN SISTEMÁTICA DE LAS AGUAS.

Supongamos que no se haya podido adquirir la escollera del primer puente del ferrocarril;

Supongamos ya preparado definitivamente el gran vaso ó recipiente de 600 hectáreas; es decir, rebajado el puente Zuazo y provisto de una ó más exclusas y de compuertas giratorias alrededor de ejes verticales, así como también construída con iguales condiciones la represa de la Punta de El Horno por la línea del plano n.º 9;

Supongamos, además, ya limpio y con el fondo estrictamente bastante el Caño del Arsenal frente á los diques; y que, obtenido, en primer lugar, este grandioso resultado (que se logrará ineludiblemente en muy pocos días) se haya, en segundo lugar, barrido torrencialmente el estorbo del delta de El Vicario y devuelto algún fondo al Estrecho por frente á las salinas de los Santos, San Agapito, Margarita, San Francisco y San Pedro, donde hoy á marca baja varan las más someras embarcaciones y donde los fangos interrumpen la navegación de El Río;

Conseguido todo esto, habrá llegado el feliz momento de que cese el primer período de *violencias torrenciales*, y de iniciar el segundo período de *erosiones tranquilas*, pero poderosas. Conviene entonces no enviar NUNCA MÁS los fangos á la bahía y hacerlos salir SIEMPRE Y CONSTANTEMENTE por la boca del Castillo de Sancti Petri, estableciendo al efecto un eficaz sistema de circulación contínua artificial. Como sigue.

A la menguante, se dejará vacío en el menor tiempo posible el cauce todo del Sancti Petri desde el Zuazo á la línea de El Horno, haciendo salir el agua por esta línea. Ya vacío, no se le dejará llenar durante la primera hora de la creciente inmediata; para lo cual se tendrán cerradas convenientemente las compuertas giratorias. Resultará, pues, en alto, respecto del cauce, por delante del Arsenal y hasta el Zuazo el agua del de la Carraca, (y también en alto la marca por el lado de la boca del Castillo) y vacío completamente el cauce todo entero. Entonces, cuando haya decidido desnivel de *algunos centimetros*, se abrirán las compuertas del Zuazo (nó las de la Punta del Horno;) y el agua del Caño de la Carraca se precipitará con gallarda celeridad dentro del vacío cauce, efectuando potentes erosiones en los fondos fronterizos á los diques y en el resto del trayecto; revolviendo los fangos; y llevándoselos en suspensión con rápido curso desde el Zuazo hácia la Punta del Horno.

La marea, pues, raerá los lechos hoy aterrados ante los diques y meterá los fangos en el Estrecho mismo entre el Zuazo y la Punta del Horno.

Lleno de este modo el gran cauce en las últimas horas de la creciente, empujados hácia el Castillo los fangos contiguos al Zuazo, é introducidos en el vasto recipiente de 600 hectáreas, los fangos fronterizos al Arsenal y á La Isla Verde aun allí degradables, se represará entonces *á la estoa de la creciente*, toda el agua fangosa que haya entrado, cerrando al efecto las compuertas giratorias del Zuazo, y manteniendo cerradas también las de la presa de la Punta del Horno. Se aguardará luego du-

rante algún tiempo á que se decida la menguante, y cuando ya esté otra vez bien marcado un desnivel de *algunos centímetros*, se abrirán mecánicamente las compuertas giratorias de la Punta del Horno (nó las del Zuazo) y se dejará ir al mar el agua represada, la cual saldrá por delante del Castillo velozmente, llevándose por tanto al Atlántico los fangos del gran vaso, y, además, los en él introducidos desde el Caño del Arsenal juntamente con los fronterizos á La Isla Verde.

Hé aquí, pues, un modo práctico y baratísimo de hacer que la boca del Castillo de Sancti Petri sea eternamente el desaguadero del Guadalete y el punto de salida de las arcillas que este río de montaña introduce con tanta y tan fatal profusión en la bahía de Cádiz; plan que tiene, además de la erosión tranquila de los fangos, una ventaja inapreciable: *la de entregar directamente los sedimentos á las corrientes litorales del Atlántico*, que, en nuestra costa gaditana, se dirigen constantemente de Norte á Sur, y que, por consiguiente, arrastrarían hácia el Africa los detritos de El Río y las arenas del mar sedimentables, para nunca más volver á esta localidad. En efecto, el plano geológico, n.º 2, evidencia que los fangos caminan aquí de Norte á Sur; pues los terrenos sedimentarios formados por ellos se extienden del Puerto de Santa María á Puerto Real, y de Puerto Real al Castillo de Sancti Petri; y jamás van fangos de Sur á Norte, ya que terrenos fangosos no se ven ningunos del Puerto de Santa María para Rota.

Este régimen de limpias, eficazmente erosivas, pero nó violentamente torrenciales, posee una muy apreciable propiedad: la de ser REVERSIBLE.

Quizá alguna vez, aun estando ya muy limpios los Caños y el cauce, convenga, CUAL RECURSO TRANSITORIO y eficaz contra algún accidente fortuito, (como la ida á pique de algún barco por un choque con otro, &c., &c...) introducir en la bahía la pujante masa de las aguas represadas en el cauce del Sancti Petri; y, entonces, claro es que solo habrá que invertir el procedimiento, llenando por excepción el gran vaso á la creciente por

la Punta del Horno, y vaciándolo luego á la menguante por el Arsenal y por La Isla Verde. Como las compuertas han de ser giratorias alrededor de ejes verticales, es claro que ninguna dificultad puede ofrecer el funcionamiento REVERSIBLE. También así, y por excepción, se podrían ahondar los fondos desde el Zuazo á La Isla Verde. Pero nótese que este régimen solo por caso fortuito puede tener empleo. El sistema de empujar los fangos desde el Arsenal hácia la bahía es, en todo rigor, anticientífico; pues, en contra de su relativa facilidad, presenta el gravísimo y trascendental inconveniente de que, como ya se ha dicho, no solamente UNA GRAN PARTE se sedimentará á cada vaciante en la bahía misma, sino que de esta sedimentación, MUCHO volverá en cada creciente á los Caños; por manera que únicamente UNA DIFERENCIA entre lo que se lleven las corrientes litorales y lo que vuelva á sedimentarse dentro de nuestras grandes ensenadas, será lo que contribuirá al mayor calado de los fondos. Tendríamos en cierto modo mucho del tejer y destejer de la fabulosa tela de Penélope.

Por lo contrario: evacuando *siempre y continuamente* el vaso por la boca del Castillo y llenándolo *siempre* por la boca del Arsenal ó el puente Zuazo, la industria humana establecerá un racional sistema de ARTIFICIAL CIRCULACION PERPÉTUA, que conducirá y entregará los detritos del Guadalete á las corrientes litorales en sitio tan oportuno, que nunca mas podrán causar perjuicios en esta localidad; pues, para volver á la bahía tendrían que caminar hácia el Norte; lo que es de toda imposibilidad, dado que las corrientes del mar, en virtud de sus leyes especiales, se dirigen hácia el Sur en las costas gaditanas.

La circulación artificial de las aguas y de sus fangos desde el Guadalete hasta el Castillo de Sancti Petri á través de El Río, llevaría consigo, además, la preciosísima ventaja de mantener el calado que se quiera en la Barra del Castillo. Por supuesto, que antes deberían volarse con dinamita las piedras peligrosas para la entrada de los faluchos (y en su caso de los torpederos) que hagan por ella con temporales de Sudoeste....

¡Vergüenza causa que no se haya volado todavía el Bajo de la Avellana! ¿Y no se restablecerá algún día artificialmente el arrecife natural del Castillo de Sancti Petri, rebajado con temeridad notoria en tiempos del Sr. Vigodet? Pues qué ¿tan poco vale la vida de los hombres de mar?

En fin, otra ventaja del sistema artificial de erosiones tranquilas es la de que, *sobrando fuerza como sobra*, para el raído de los lechos y el acarreo de los sedimentos arrancados, puede utilizarse de la gran energía remanente la potencia que se necesite en comprimir aire, ó en obtener agua á gran presión, ó en ambas cosas á la vez, para abrir y cerrar mecánicamente las exclusas y las compuertas giratorias, sin necesidad de pagar crecidos jornales á gran número de operarios.

Verdaderamente, hasta las máquinas del Arsenal podrían moverse por medio del aire comprimido, percondensado por la fuerza de las mareas. Por mucho que costasen las instalaciones, ¡qué ahorro después! ¡Y para siempre!

XVII.

VARIANTES.

1.° Permanente utilización de la escollera del primer puente del ferrocarril, y formación de un estanque de 636 hectáreas.

2.° Formación de un estanque de solo 36 hectáreas: utilización de la escollera del primer puente del ferrocarril y de la del Zuazo.—Ventajas de este estanque por su cualidad de reversible.—Compensación de los inconvenientes de funcionar con frecuencia torrencialmente.—Rapidez y baratura de las obras.—Posibilidad de un sistema de alternaciones, favorables á la salida de los fangos por la Barra del Castillo.—Insuficiencia de este estanque de 36 hectáreas como co-factor poderoso en la limpia de los demás Caños y sobre todo en la de la bahía.

PRIMERA VARIANTE DEFINITIVA.

En España se corre siempre el riesgo de que lo *provisional* se eternice y resulte *permanente*.

Si se llegara á adquirir de la Compañía del ferrocarril la escollera donde hoy se afirman los estribos y pilares del puente de hierro [1]; si se formase con ella, con la del Puente Zuazo y con las dos orillas intermedias de El Río el vaso cuadrangular de 36 hectáreas destinado *transitoriamente* á las limpias torrenciales del primer período de violencias (según se dijo al fin de la Sección XV); y si, una vez ahondado provisoria y suficientemente el Caño del Arsenal por delante de los diques, se hubiesen calmado ya y dormido las alarmas actuales.... entonces sería indudablemente muy de temer que se perpetuára el establecimiento *provisional* de las compuertas en la escollera del

(1) El existente en 1884.—S. V.

puente del ferrocarril, y que el perjudicialísimo sistema de empujar torrencialmente hácia la bahía los fangos obstruccionistas de los diques, en vez de *interino* y *transitorio* (conforme debía ser, según los términos propuestos) se hiciese al cabo *perenne* ó *idefinidamente* duradero.

Ya se ha dicho. Como recurso TEMPORAL y EXPEDITIVO, puede ser lícito lanzar hácia bahía los fangos fronterizos á los diques; pero como sistema permanente sería IMPERDONABLE.

Conviene repetirlo insistentemente.

Los fangos expelidos de los diques se esparcirían por la canal que va á Puntales, penetrarían en El Trocadero, se dilatarían hasta Puerto Real, y siempre en parte VOLVERIAN á los mismos diques de donde fueron arrojados. Conviene, pues, muy mucho pensar en la gran conveniencia de empezar *desde luego* estableciendo *definitivamente* en la escollera del puente del ferrocarril y *para siempre* el sistema de exclusas y de compuertas giratorias propuesto para el Zuazo en la seccion anterior. De este modo, ensanchada y rebajada luego convenientemente la escollera del Zuazo (pero sin compuertas); y construída al fin con exclusas, y compuertas giratorias la gran represa de la Punta del Horno *tal y como queda consignado*; entonces el gran vaso resultaría constituido *permanentemente* por la escollera del ferrocarril por las dos orillas de El Río y las compuertas de la Punta del Horno. El vaso, pues, sería, como antes, el gran cauce de El Río, pero aumentado con las 36 hectáreas que ocupa el casi-rectángulo comprendido ahora entre los dos puentes: (el del ferrocarril y el del Zuazo).

El sistema de erosiones tranquilas quedaría lo mismo, *tal y como se acaba de describir*, é idéntico el acarreo de los fangos desde La Isla Verde al mar por la boca del Castillo.

SEGUNDA VARIANTE *sumamente expeditiva.*

Poner DEFINITIVAMENTE exclusas y compuertas giratorias á la escollera del puente del ferrocarril; y ponerlas TAMBIÉN DEFINITIVAS á la del Puente Zuazo, ensanchado y rebajado convenientemente.

Resultaría así *un verdadero estanque de limpias torrenciales, chasse, scouring-basin,* de 36 hectáreas, con la rara cualidad que no tiene ningún otro en el mundo: la de ser REVERSIBLE; y, por tanto;

En primer lugar, la de poder limpiar torrencialmente los Caños: de Sur á Norte por delante de los diques; y de Norte á Sur por la parte de El Vicario;

Y, en segundo lugar, la de no necesitar dragas para la limpia de los fondos.

La solución que entraña esta variante sería de suma baratura y de una rapidez de ejecución inesperada, por estar ya construídas las dos semipresas (la del ferrocarril y la del Zuazo), pero tendría el inconveniente,—dado lo reducido de la cabida del vaso, 36 hectáreas,—de haber de funcionar con frecuencia torrencialmente, aun después de pasado el primer período de violentas erosiones.

En cambio, ofrecería las ventajas:

1.° De limpiar los Caños por la parte de El Vicario y de las salinas ahora obstruídas del término de San Fernando, empujando siempre estos fangos hácia la Barra del Castillo, y entregándolos á las corrientes litorales para nunca más volver.

2.° La mencionada de poder tener siempre en buen estado el fondo de las 36 hectáreas, sin necesidad de dragas, por solo su cualidad de *reversible.*

En efecto; si se depositaran detritos dentro del vaso mismo, sería muy fácil su expulsión. Suponiendo sedimentos junto á la escollera del ferrocarril, se arrollarían muy pronto hácia el Zuazo, llenando de golpe el estanque por el lado del Arsenal en los últimos momentos de la creciente, ó al estoar la pleamar. La entrada así del agua en el vacío estanque cual catarata incontrastable, produciría un profundo socavón en el sitio de los sedimentos, los arrancaría y los llevaría hácia la escollera opuesto (la del Zuazo); de la cual se harían luego salir, dejando vaciar torrencialmente el vaso por el Zuazo hácia El Vicario, á la estoa de la siguiente bajamar.

Pero dejemos esto (que tiene mucho de detalle) y veamos si este estanque, á pesar de su pequeñez, se presta á un régimen de limpias sosegadas.

En efecto, se presta; aunque no tan bien como el gran vaso.

Análogamente á lo ya dicho, pasados los meses primeros, —en que sin duda toda la potencia torrencial sería indispensable para remover y arrollar las obstrucciones,—habría lugar á establecer un sistema de *circulación artificial* semejante al descrito.

El agua, pues, entraría entonces á las crecientes, *siempre* por el lado del Arsenal con *mucha* carga hidráulica, pero *nó torrencialmente del todo*, y con ella saldría *siempre también* por el Zuazo hácia el mar por el Castillo de Sancti Petri. Este sistema de *circulación artificial*, á causa de la relativa pequeñez del vaso, resultaría *acaso* deficiente al cabo de algún tiempo; pero entonces se volvería solo por algunos días al régimen de limpias torrenciales para luego pasar al sistema de circulación: y así sucesiva é indefinidamente.

Mas, sin duda, habrá, quien objete: Grandes son las ventajas de ese raro vaso *reversible;* pero no obstante, se hallará sujeto á los dos muy graves inconvenientes consignados ya con otros motivos:

1.° Al de lanzar, siempre que funcione torrencialmente, los fangos de los diques y de La Isla Verde hácia el Trocadero y la rada de Puerto Real, contribuyendo así poderosamente á aumentar las circunstancias por las cuales ambos vienen cegándose;

2.° Y al de haber de admitir forzosamente á cada flujo gran parte de los fangos expulsados de los Caños en el reflujo anterior.

Con efecto; muy serias resultarían ambas objeciones, si este excepcional vaso reversible de 36 hectáreas, no se prestase á un sistema de ALTERNACIONES eficasísimo, no bien se hubiese salido del primer período de violencias. Con tal fin, al estoar la pleamar, siempre sería llenada torrencialmente ó casi torren-

cialmente su cabida por las compuertas de la escollera del puente del ferrocarril y se vaciaría también torrencialmente, ó casi, por las del Zuazo; con lo cual, durante muchos meses se establecería el sistema de circulación artificial, si bien con el inconveniente de la mucha carga hidráulica; pero, si al cabo de ese tiempo, la limpia dejara *algo que desear*, entonces se dejaría metódicamente salir una vez á bajamar el torrente hácia el Norte, ó sea hácia La Isla Verde por delante de los diques; y otra vez, alternativamente, se lanzarían las aguas hácia el Sur contra El Vicario. De este modo, *una marea sí y otra nó*, los fangos que entrasen en el recipiente por el lado del Arsenal saldrían hácia el mar por el Zuazo, para nunca más volver; y los fondos del vaso jamás se aterrarían. La *alternación* remediaría la segunda vez el mal causado en la primera, y el resultado sería seguro; pero el tiempo sería doble.

Por lo demás, una vez pasadas las alarmantes circunstancias presentes de tanto peligro, siempre sobraría luego *fuerza*; y de la energía remanente podría aprovecharse alguna potencia para comprimir aire ú obtener agua á gran presión, á fin de mover mecánicamente compuertas y exclusas con reducido número de jornaleros.

Bien se verá ahora con cuánta razón quedó afirmado en la sección XIV que el presente conflicto y sus problemas tienen muchas soluciones; nó una sola.

La de la gran circulación contínua tomando por vaso todo el cauce del Sancti Petri, desde el primer puente del ferrocarril á ser posible; y, si no, desde el Zuazo, se recomienda por su eficacia para limpiar, no sólo el Caño del Arsenal, sino también toda la Bahía Gaditana.

La última variante del pequeño estanque de las 36 hectáreas entre puentes, tanto como por la baratura, seduce por la prontitud de su realización; circunstancia preciosísima en los momentos actuales, puesto que no queda ya tiempo que perder.

Pero aún queda otra variante, que requiere para sí sola especial mención.

Dos palabras aún, muy importantes.

Hasta aquí, nadie ha pensado más que en la limpia del Caño del Arsenal por delante de los diques. Pero, ¿y los otros grandes Caños, arterias de la Zona militar y de las salinas? El Sr. Almeyda ha propuesto un sistema, eficaz sin duda, para dar calado á los cargaderos, casi todos impracticables hoy en las mareas muertas; pero, ¿y lo demás? ¿Puede la industria salinera subsistir con los aterramientos de los grandes canales que alimentan las salinas? ¿No son esos inmensos depósitos una amenaza y un peligro constantes para el Arsenal? ¿No necesita toda la zona táctica tener despejados y expeditos los Caños principales, para que la artillería naval, caso de guerra, haga navegar sus cañones á donde sean menester?

Indudablemente, lo que urge es dar profundidad navegable á El Río desde La Isla Verde á la Barra del Castillo. Esto es lo urgente, lo urgentísimo; pero lo urgente dista mucho de ser lo absolutamente indispensable. Es preciso restituir su primitivo fondo á los Caños principales; restablecer las antiguas comunicaciones entre todos, y desobstruir los cargaderos.

Para esto último sería muy conveniente prohijar el pensamiento del Sr. Almeyda, obligando á los salineros á represar el agua á las crecientes desde los meses de Noviembre á Abril, y dejarla salir á la final de las menguantes. Por poca que fuera el agua represada, siempre, para el *solo fin* de limpiar los cargaderos habría fuerza suficiente. A cada salinero en particular le tiene cuenta el hacerlo, sin irrogarle gasto alguno (ó por lo menos, gasto de consideración); al gremio en general le conviene; y también á la Marina y á la Fortificación.

Pero, para limpiar los Caños principales no bastaría el plan Almeyda; y, caso de bastar, exigiría tiempo dilatadísimo.

Así, pues, limpios los fondos ante los diques, y desobstruí-

do El Río en El Vicario y sus adyacencias, sería en seguida indispensable despejar las grandes arterias.

Nada más fácil ni más pronto, si todo el cauce del Sancti Petri desde el primer puente del ferrocarril (ó bien desde el Zuazo) hasta la Punta del Horno constituyese el gran estanque de las limpias, ya torrenciales, ya sosegadamente erosivas.

Pero, si la gran tarea no resultaría ya tan hacedera ni tan breve en el caso de la represa de las 36 hectáreas entre puentes, nunca, aún con ella sola, serían insuperables sus dificultades ante un plan de ataque bien pensado y metódicamente concebido. Sólo que la limpia de las arterias se obtendría con desesperante lentitud.

Claro es, que ni este plan ni la reglamentación prudencialmente coercitiva á que hubiera de ajustarse al pensamiento del Sr. Almeyda, caso de ser oficialmente prohijado, caben en la esfera de este escrito, máxime no sabiéndose cuál de las VARIANTES en él indicadas hubiera de obtener la preferencia.

Y con especialidad la que sigue:

XVIII.

Sistema semitorrencial de permanente circulación desde la bahia al Castillo de Sancti Petri.

Estanque de 636 hectáreas: serie de compuertas en la escollera del primer puente del ferrocarril; y serie en la Punta del Horno.—Estanque de 600 hectáreas desde el Puente Zuazo hasta El Horno, caso de no poder utilizarse la escollera del primer puente del ferrocarril.—Tránsito por delante de los diques de una mole de agua nueve veces mayor que actualmente: velocidad consiguiente de erosión.—Cálculos del gasto de agua.—Cálculos de la resistencia de materiales.—Facilidad de convertir el sistema semitorrencial en el sistema de erosiones sosegadas.—Facilidad de obtener en aire comprimido, ó de otro modo, la fuerza remanente del agua represada.

TERCERA VARIANTE.

Estableciendo en toda su potencia máxima el sistema torrencial, es incuestionable la limpia del Caño de la Carraca. Con poquísimos torrentes se obtendrá mucho fondo. En Cádiz se dispone en las sizigias de una carga hidráulica de mas de 3^m que en algunas lunaciones se eleva hasta casi 4; lo cual, para la erosión de fangos, es siempre más que bastante. En Tréport la altura máxima de la marea es de $4^m,70$; y una limpia torrencial puede llevarse (y se ha llevado varias veces) hasta 3000 metros cúbicos de guijarros.

Por otra parte, las bocas de las represas torrenciales tienen regularmente de 6^m á 12^m; mientras que la almenara propuesta para el Zuazo (y que en su caso pudiera establecerse en la escollera del primer puente del ferrocarril) tendrá hasta 100^m de abertura útil. Excepcionalmente se ha llegado en algunos puertos á abras de 20 metros ó poco más.

Hé aquí la anchura de las bocas más considerables:

Dieppe....................	13ᵐ,60
Calais....................	13 ,60
Tréport..................	14 ,20
Dunkerque................	20 ,60
Ostende..................	23 ,00

En fin, los recipientes mayores, (Calais, Ostende, Boulogne) son de 40 á 60 hectáreas, mientras que el vaso de Sancti Petri puede siempre comprender hasta 600, y aun llegar á 636.

Es evidente que la potencia torrencial depende de la *mole* del agua represada y del *tiempo* que en cada marea pueden conservar las aguas torrenciales una altura suficiente á producir la velocidad de erosión. Cuando un depósito pequeño há de limpiar un puerto grande, muy pronto el agua represada pierde toda su altura, y, por tanto, toda su eficacia torrencial; y hé aquí por qué las *chasses* no producen regularmente su efecto, sino en los primeros 15 minutos de soltarlas. Pero el caso es enteramente diverso cuando se trata de la presa del Zuazo (y con mayor razón de la escollera del ferrocarril); porque aquí se destina un vaso colosal á la limpia de un Caño muy pequeño (relativamente).

No puede, pues, quedar lugar á duda de que con limpias torrenciales de tres metros, ó de más altura aún, se profundizarán rapidísimamente los Caños del Arsenal, y tanto más tratándose de fangos.

Por lo contrario; la fuerza de que se dispone es tan formidable, que habría precisión de tomar cuidadosas precauciones para no dejar pronto colgando los muros de las obras situadas en los cantiles del Caño, é impedir el destrozo de las embarcaciones que pudiera encontrar varadas el agua de las limpias torrenciales en su impetuosísima carrera. Así se hundieron el muelle del *Paradis* en Calais, y varios espigones en el Havre, Dieppe, Boulogne... De aquí la necesidad includible de que el telégrafo y una adecuada reglamentación garautizaran el buen funcionamiento del sistema. Pero para el ingeniero no son in-

conveniente los peligros de una idea, cuando ella es beneficiosamente realizable. ¿Quién, si nó, utilizaría las calderas de vapor?

Ahora bien: si adoptando un TÉRMINO MEDIO, es decir un sistema SEMI-TORRENCIAL DE CIRCULACION CONTINUA, pudiera también obtenerse la limpia de los Caños todos, con la misma certeza y con menos peligro, *aunque fuera á costa de más tiempo;* si á la vez el importe de las represas necesarias para aprisionar las aguas limpiadoras pudiera *disminuir muy considerablemente,* por no ser ya indispensables organismos de enorme robustez y peso excepcional; si el manejo de las compuertas y demás maquinaria hidráulica fuese también *considerablemente menos difícil,* y el costo total del conjunto mucho más barato;... parece de común sentido que el procedimiento semi-torrencial debiera ser preferido al régimen de la violencia, aunque este realizára la obra en breves días por su terrible grandiosidad.

La nueva variante consiste, pues, en la circulación forzada de las aguas de marea por el Estrecho de El Sancti Petri, siempre *desde la bahía hácia el Castillo pasando por delante del Arsenal semi-torrencialmente durante algunas horas,* pero con solo la velocidad correspondiente á la carga máxima de un metro en las mareas vivas, y la de menos aun en la mareas muertas; compensándose así con la duración del sistema cada día la pujante eficacia de los breves momentos de trabajo de las máximas cargas torrenciales.

Según los preciosos datos del Sr. Ingeniero D. Manuel Crespo y Lema, pasan cada segundo por delante del Arsenal 270 metros cúbicos *como término medio;* y *como máximo* en las mareas vivas 494^{m}45, mucha parte de los cuales no atraviesan el Zuazo, por haber de dar alimento á los Caños intermedios. (Esto era hace ocho años: hoy con la mayor obstrucción de los Ca-

ños, el *tránsito-medio* del agua es indudablemente menor. [1]

Los resultados *están diciendo* que con la *velocidad-media* de 270 metros no hay el movimiento necesario para degradar los fondos. Tal vez, y sin tal vez, produzca erosión la *velocidad máxima* de marea viva=55 centímetros en la superficie que es cuando viajan por delante de los diques los 494,5 metros cúbicos de agua por segundo; pero su efecto durante una hora cada marea viva, no basta sin duda á compensar las voluminosas sedimentaciones que se verifican en los demás días de la lunación, cuando el movimiento no es el necesario para degradar ni aún las 12 pulgadas de mafla que en aquel paraje existen.

Ahora bien: con el sistema semi-torrencial podrán atravesar el Zuazo 2 300 metros cúbicos por segundo *término-medio* durante muchas horas cada creciente en toda la lunación; y, por consecuencia, habrán de pasar por delante del Arsenal, no solo esos 2 300 metros que requiere el Zuazo para sí solo, sino además lo que exija la alimentación de los Caños que se llenan á costa del agua entrante por el lado del Arsenal. (Lo análogo puede siempre decirse de la escollera del primer puente del ferrocarril, si llegara á ser utilizada. Pero, por ahora, prescindamos de ella; si bien no olvidando que cuanto se afirme del Zuazo es á ella aplicable con muy poca variación, y gran ventaja).

Para obtener tan notable resultado de hacer correr cada segundo 2 300^{m} de agua por el Zuazo (cuando ahora no corren ante el Arsenal mas que 270^{m}) bastará con establecer un sistema de circulación artificial, en que *siempre* el agua vaya desde el Arsenal hácia el Castillo de Sancti Petri; si bien no permitiendo la entrada dentro del vaso hasta que la altura de la marea en el Caño de la Carraca sea un metro superior al nivel del vaso en mareas vivas; y 66 centímetros solamente en mareas extremas muertas.

Sí, pues, en vez de 270^{m} *término-medio* que ahora pasan (y que pudieran correr SIGLOS ENTEROS sin erosión ninguna de

---

(1) Obsérvese que la época de ocho años se citaba por Benot hace cinco.—S. V.

los fondos) se consigue que pasen 2 300 (ó más), se hará casi nueve veces mayor el tránsito del agua, y la degradación será poderosísima y eficaz.

No en pocos días, pues; pero sí en muy corto número de meses se logrará la limpia, sin temor á tantos peligros como entrañan las aguas torrenciales y con una considerable economía en la construcción de las obras hidráulicas.

A.

Solo descendiendo á pormenores numéricos es como pueden evidenciarse estas aseveraciones.

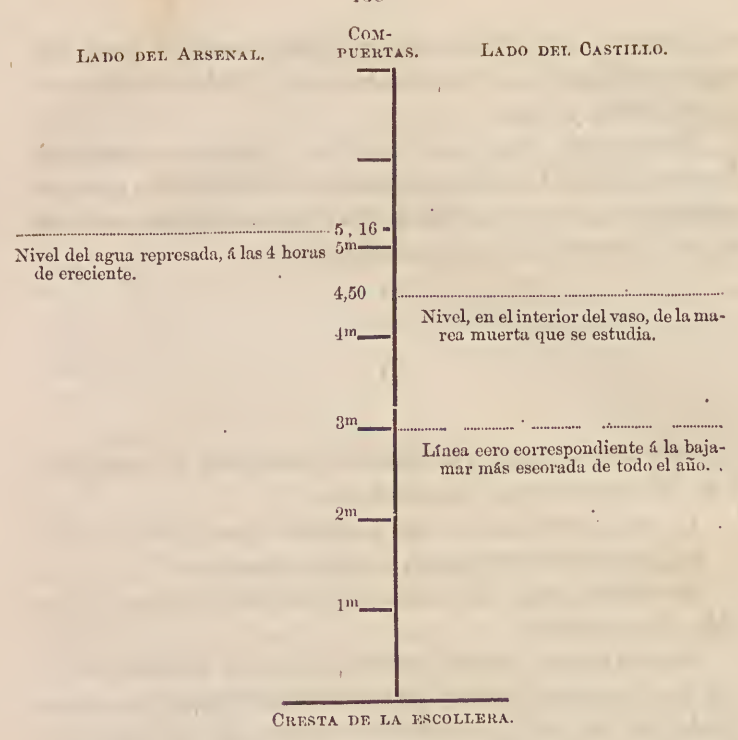
La marea muerta de menor amplitud es en Cádiz de $1^{m},10$.

Supongámosla aun menor, é igual solamente á 1^{m}.

Admitamos que á las 4 horas de creciente la marea ha subido 66 centímetros.

Se sabe que en mareas muertas el agua no baja hasta la línea de la máxima bajamar más escorada del año, sino que se queda más de metro y medio por encima de esa línea cero. (Véase la adjunta lámina Letra D, que representa el término medio de las mareas en España). Pero imaginemos que cuando la amplitud sea de un metro únicamente, se queda solo metro y medio la bajamar por encima de la línea cero.

Ya hemos dicho que la cresta de la presa del Zuazo, después de quitados los dos enormes macizos que hoy separan los tres ojos centrales, será rebajada hasta quedar 3 metros por debajo de la línea cero correspondiente á la más escorada bajamar del año; y, siendo esto así, y de 100 metros útiles de ancho el abra que se obtenga después de derribados los macizos el agua represada aparecerá como sigue:



Si ahora abriésemos las compuertas, tendríamos que el agua entraría en el vaso con arreglo á la fórmula de los vertederos anegados, en que el gasto teórico es

$$= L (H - h) \sqrt{2 g (H - h)} + L h \sqrt{2 g (H - \tfrac{h}{2})} \text{ (1)}$$

donde

$$H = 5^m, 16$$
$$h = 4^m, 5$$
$$L = 100^m$$
$$H - \tfrac{h}{2} = 2^m, 91$$
$$g = 9, 81 (= \text{resultante de la gravedad})$$

y, por consiguiente,

$$\text{Gasto teórico} = (100 \times 0{,}66 \sqrt{19.62 \times 0{,}66} (+ (100 \times 4{,}5 \sqrt{19{,}62 \times 2{,}19})$$
$$= 237 + 3393)$$

(1) Véase Dulos, pág. 67. (3.ª parte).

El gasto efectivo, considerando á m y m' como los coeficientes prácticos de contracción será

$$= m \times 237 + m' \times 3393.$$

Para almenara tan considerable no parece que sean enteramente admisibles los valores que, de experimentos relativamente en pequeña escala, resultan para m y m'; pero admitiendo los mínimos (que son los más desfavorables ahora) y haciendo

$$m = 0{,}40$$
$$m' = 0{,}60$$

tendremos

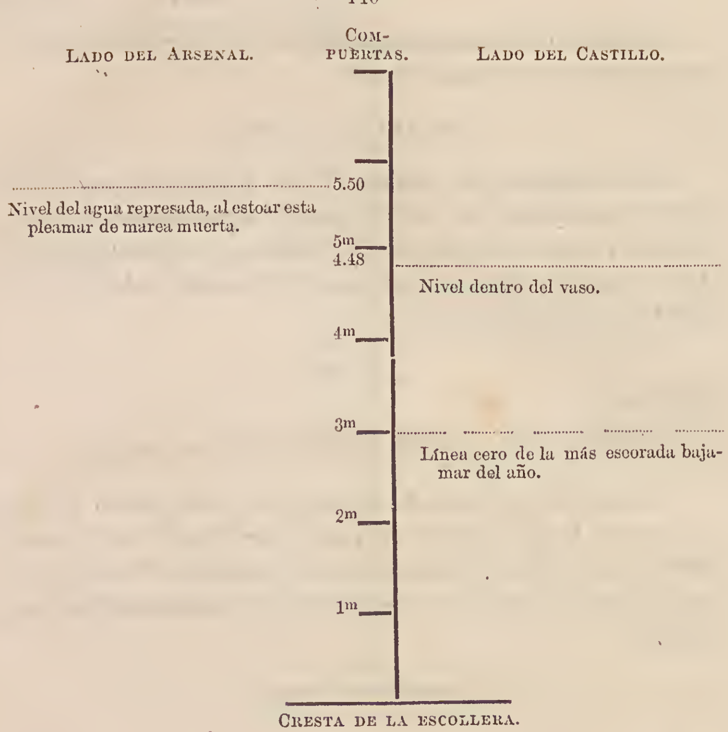
$$\text{Gasto efectivo} = 94{,}80 + 2035{,}80 = 2130^{m} \text{ por segundo.}$$

Y resultará que, *cuando menos*, y solo para llenar el vaso del Sancti Petri, habrán de pasar por delante del Arsenal 2130 metros cúbicos cada segundo al momento de abrirse las compuertas en este caso especial de una marea muerta muy extrema.

Pero la marea sigue subiendo durante dos horas más.

Imaginemos que haya subido el agua 33 centímetros por el lado del Arsenal, y otros tantos dentro del vaso entre las presas del Zuazo y de la Punta del Horno; y tendremos, para el final de la creciente y al comenzar la estoa,





$$\text{Gasto teórico} = 100 \times 0{,}66 \sqrt{19{,}62 \times 0{,}66} + 100 \times 4{,}84 \sqrt{19{,}62 \times 2{,}42}$$
$$= 237 + 3809$$
$$\text{Gasto efectivo} = m \times 237 + m' \times 3809$$
$$= 94{,}80 + 2285{,}40 = 2380^{m^3}$$

El agua, pues, que atraviesa el Zuazo en esta extrema marea muerta durante 2 horas será *término-medio* por segundo

$$\frac{2130 + 2380}{2} = 2255^{m^3}$$

Ahora pasan por *término-medio* 270^{m^3}; luego en el caso más desfavorable de una marea muerta extrema, transitará durante 2 horas por delante del Arsenal, cuando menos, 7 veces más agua que actualmente; lo cual supone velocidad en el fondo más que bastante para la degradación y transporte de ar-

cillas. Los fangos fronterizos al Arsenal, serían, pues, arrancados, y, durante las 2 horas de creciente utilizadas, llevados en suspensión hasta el interior del vaso; de donde, á la menguante, saldrán con la carga hidráulica de 1 metro al Atlántico por la boca del Castillo, para nunca más perjudicar.

(Nótese, entre paréntesis, que durante las dos horas útiles de la creciente, puede pasar por el Zuazo con las hipótesis anteriores, una cantidad de agua suficiente á llenar un vaso mayor que el proyectado hasta la Punta del Horno.

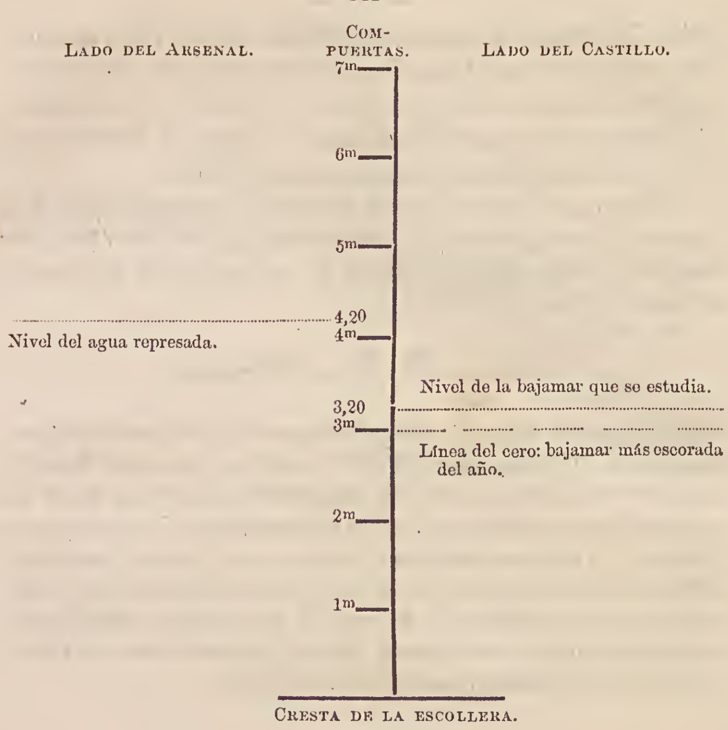
En efecto:

$$2 \text{ horas} = 2\ (\overset{\text{min.}}{60} \times \overset{\text{seg.}}{60}) = 7200 \text{ segundos.}$$

Pues, si en cada segundo pasan *término-medio* 1000 metros cúbicos, pasarían en 7000 segundos 7000000; siendo así que, para llenar el vaso de 600 hectáreas cuando la amplitud de la marea es de 1^m solamente, no se necesitan más que 6 millones. Sobra, pues, tiempo en 2 horas, — y más contando con la estoa—para llenar el recipiente: sobrante nó del todo innecesario, dado que la diferencia de niveles entre el agua represada y la del vaso vá gradualmente disminuyendo á medida que el vaso se llena. Además, mientras menor el tiempo, mayor la velocidad y más potente la erosión.)

Sea ahora el caso de una marea de 3^m de amplitud; (nó el caso máximo de 3^m,9).

La bajamar de las mareas de 3^m no desciende tampoco hasta la línea misma del cero de la bajamar más escorada del año; pues siempre se queda algunos decímetros por encima de esta línea de extrema bajamar. Pero supongamos que solamente se quede 20 centímetros por encima, y tendremos, á las dos horas de creciente, lo que sigue:

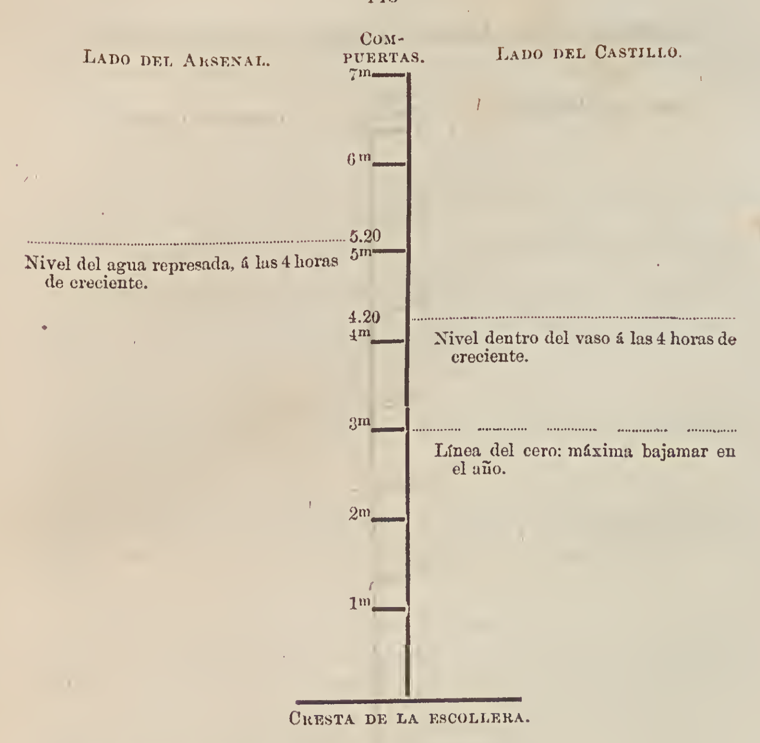


Si en esta disposición se abren las compuertas el gasto efectivo será:

$$= m\,(100 \times 1)\sqrt{19{,}62 \times 1} + m'\,(100 \times 3{,}2)\sqrt{9{,}62 \times (4{,}20 - \frac{3{,}20}{2} = 2{,}60}$$

$$= 177 + 1370 = 1547^{m^3} \text{ por segundo.}$$

Supongamos que dos horas después, ó sea á las cuatro horas de creciente, tengamos lo que sigue, por haberse ido alzando el mar 1^m en el Caño del Arsenal y otro metro el nivel dentro del vaso;

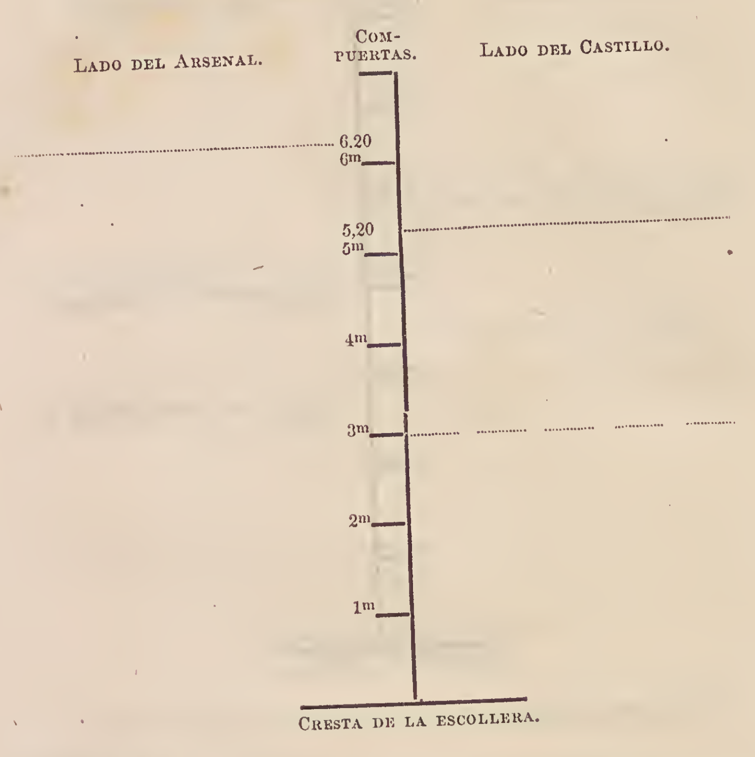


Y el gasto efectivo será:

$$= m(100\times1)\sqrt{19{,}62\times1} + m'\,(100\times4{,}20)\sqrt{19{,}62\times\left(5{,}20-\frac{4{,}20}{2}=3{,}10\right)}$$

$$=177+1968=2145^{m^2}\text{ por segundo.}$$

Por último, á las 6 horas de creciente, tendremos:



Gasto efectivo

$$= 0{,}40\left((100 \times 1)\sqrt{19{,}62 \times 1}\right) + 0{,}60\left((100 \times 5{,}20)\sqrt{19{,}62 \times 3{,}60}\right)$$

$$= 177 + 2611 = 2788^{m^3} \text{ por segundo.}$$

Y el término-medio por segundo en las 4 horas utilizadas de la corriente de esta marea viva será;

$$\left.\begin{array}{ll} \text{al empezar la 2.ª hora..} & \left.\begin{array}{r}1547\\2145\end{array}\right\}\dfrac{3692}{2} = 1846 \\ \text{al empezar la 4.ª ,, ..} & \\ & \left.\begin{array}{r}2145\\2788\end{array}\right\}\dfrac{4933}{2} = 2966 \\ \text{al empezar la 6.ª ,, ..} & \end{array}\right\}\dfrac{4812}{2} = 2406^{m^3}$$

Este término-medio de 2 406^{m3} es casi el nónc uplo de los 270^{m3} de ahora.

(Entre paréntesis, como antes, haremos notar que en las 4 horas de creciente aprovechadas, podría llenarse un vaso de más de 600 hectáreas.

Este requiere en una marea de 3^m

hect.
$600 \times 3^m = 18$ millones de metros cúbicos
4 horas tienen 14400 segundos;
y 14400 multiplicado por sólos 1500^m ya daría más de 21000000.)

El *término-medio* del gasto efectivo de las horas utilizables, tanto en mareas muertas como en mareas vivas, resultaría como sigue:

mareas muertas.. 2255
mareas vivas .... 2406 $\Big\} \dfrac{4661}{2} = 2330^{m^3}$ por segundo, en vez del *término-medio* de 270^{m^3} actual:

casi 9 veces más, no contando con el agua de alimentación que debe correr ante el Arsenal para los Caños distintos del Zuazo.

Además, en este cómputo se ha tomado una marea muerta extrema y nó la extrema marea viva. Por último, mediante un buen cálculo de los tiempos en que permanezcan abiertas las compuertas, es fácil ver que el *término-medio* puede llegar á 2 500 metros cúbicos por segundo; rendimiento tanto más fácil de obtener, si la carga hidráulica se hiciera un poco superior á 1^m; en lo cual no cabría inconveniente, supuesto que, aunque habría que aguardar algo más cada creciente, sobraría tiempo *en todo caso* para que el vaso quedase lleno al terminar la estoa de pleamar.

Parece, pues, incuestionable la eficacia de este sistema semitorrencial de circulación artificial del agua con la carga máxima de un metro; cuya esencia consiste en obtener todos los días durante algunas horas velocidad de erosión á cada creciente, y en hacer salir siempre los barros y las arenas por la Boca del Castillo de Sancti Petri.

El procedimiento será mas lento que el violentamente torrencial; pero nó menos seguro.

Esta variante entraña, pues, menos peligro; pero, entre sus muchas ventajas, descuella de un modo prominente su considerable baratura relativa.

Muy fácil es evidenciarlo.

B.

Cuando se represa un líquido, hay que satisfacer dos condiciones:

1.ª Que la presa no resbale sobre su asiento por efecto del empuje horizontal del líquido;

2.ª Que no voltee alrededor de la arista más distante y opuesta al centro de la presión horizontal.

Para que no resbale una estructura, la experiencia ha demostrado que es preciso construirla de tal modo que su peso total sea triple de la presión horizontal máxima en kilógramos. Y para que no voltee, el *momento* del centro de presión horizontal máxima por la distancia á la arista opuesta ha de ser $<$ que el *momento* del centro vertical de gravedad de toda la estructura por su distancia hasta la misma arista.

Estos dos principios nos hacen ver que las represas han de tener peso enorme y anchísima base; y, por tanto, que, para disminuir *peso* en la estructura; y *ancho* en el basamento, no queda más arbitrio que disminuir, á ser posible, la carga hidráulica del agua retenida.

En el caso presente, no solo aconsejan esta disminución razones de economía para la baratura de las obras, sino que obligan *hasta cierto punto* á reducir pesos y anchos las condiciones de las escolleras, *ya hechas*, y que, por lo mismo, pueden ser prontamente utilizadas. Prescindamos de nuevo—con todo de ser la que conviene más,—de la escollera del puente del ferrocarril, por ignorarse si podrá ser adquirida, y concretémonos á la del Zuazo, por poder contarse siempre con ella; ya que el puente fué hasta el siglo pasado propiedad de la Ciudad de Cádiz, y hoy corre á cargo del Estado.

La estructura, pues, de la presa y la de sus compuertas no pueden ser *del todo* las que se quieran, sino las que mejor se adapten á la forma y á las dimensiones de la actual escollera del Zuazo; (á menos de ampliar su anchura, lo que exigiría tiempo, cuando el remedio no consiente dilaciones, y además nuevas obras de cimentación, no difíciles por cierto, pero que aumentarían el costo de las obras.)

Debe, pues, inquirirse si pudiera utilizarse, *tal como está*, la semi-presa del Zuazo; y, examinado atentamente el plano n.º 6 levantado por el Ingeniero Sr. D. Carlos Córtes, pronto se echa de ver que las obras han de sujetarse á múltiples y forzadas condiciones.

1.ª Hay que demoler los dos macizos que separan los tres ojos centrales del puente actual, y *aún más* si fuere necesario hasta obtener un abra útil de 100 metros. Además, se rebajará la escollera hasta que haya 3 metros de fondo en la bajamar más escorada de todo el año: total, 300$^{m^2}$ de abra vertical útil.

2.ª A fin de obtener la carga hidráulica apetecible para las limpias, esta obra ha de poder cerrarse *á voluntad* por medio de compuertas giratorias alrededor de ejes verticales.

3.ª Además, donde parezca cómodo y oportuno, ha de haber una exclusa cuando menos, á fin de permitir la entrada y la salida de los barcos que navegan el Sancti Petri, cuando—cerradas las compuertas,—esté el tránsito interceptado.

4.ª En la previsión de que algún día convenga el viaje de grandes buques desde la bahía á la boca del Sancti Petri, ó vice-versa, (por ser fácil, al efecto, canalizar el cauce, ahondar la Barra del Castillo volando sus estorbos, y colocar en el Zuazo puentes giratorios) conviene conservar el abra actual del centro del Puente que es de 11 metros, según el plano del señor Córtes. (1)

---

(1) Pero la Marina debe tener muy en consideración la conveniencia militar de poder hacer entrar y salir los barcos de guerra por delante del Castillo de Sancti Petri, en cuyo caso no bastaría siempre el abra central de 11 metros (que ahora se aconseja sólo por aprovechar *prontamente y desde luego* la escollera tal cual está). Lo mejor, pues, previendo las exigencias de lo porvenir; sería ensancharla todo lo necesario por el centro, obra en verdad de poca consideración, dada la inmensa importancia táctica del objeto. En tal caso, ese ancho de 11^{m} en el centro no sería en modo alguno suficiente.

5.ª Dadas las dimensiones y la forma especial de la escollera del Zuazo, *parece* que no podría excederse ese ancho de 11 metros sin nuevas obras de cimentación. Acaso un exámen más detenido de la parte *anegada* de la escollera y de la *oculta* por los fangos hiciera ver que no es imposible obtener un abra mayor.

6.ª Las compuertas, pues, deben acomodarse á la forma hoy aparente y conocida y á las dimensiones de la escollera actual.

7.ª Por su facilidad para abrirse y cerrarse, las compuertas han de ser giratorias al rededor de ejes verticales.

8.ª Deben ser simétricas, á fin de que resulten *reversibles* y sirvan siempre, cualquiera que sea el sistema de circulación del agua á que obliguen las exigencias normales ó fortuítas de las limpias.

9.ª Las puertas deben ser de las mayores dimensiones posibles por ser así más baratas; y, porque, mientras menor sea su número, menor será el escape, por entre cada dos de ellas, del agua represada.

10.ª Atendiendo á los dos distintos anchos de la escollera (en el centro y á los lados) debe haber dos clases de compuertas: 2 de 12 metros y medio de largo; y las demás de solo 8 metros.

11.ª Estas puertas, por sus grandes dimensiones, tienen que ser de considerable resistencia, y por consiguiente, de enorme peso. Conviene, pues, construirlas de hierro.

12.ª Para poder fácilmente manejarlas, conducirlas al Zuazo desde el sitio donde se construyan, y colocarlas en sus gozncs, deben desplazar un volúmen tal de agua que las permita flotar. Después de colocadas en posición, han de ser susceptibles de recibir tal cantidad de pesos en su interior, que no puedan ya elevarse ni aun en las pleamares máximas, coadyuvando así, por su considerable gravedad, á resistir conjuntamente con el resto de la estructura, á la presión horizontal del agua represada.

13.ª Al propio tiempo ha de estar construído el interior de cada compuerta de tal modo y con tal amplitud, que sea fá-

cil visitarla por dentro, para inspeccionar y reparar averías, caso de haberlas, conservación de los huecos estancos, &c.

14.ª La armazón que sujete las espigas, goznes ó pivotes de estas compuertas, servirá al mismo tiempo de puente entre las dos orillas del Sancti Petri, sustituyendo al actual.

Hay, pues, que hacer una *presa-puente* ó un *puente-presa.*

15.ª Las dimensiones y forma de este puente-presa tienen que acomodarse á las de la escollera sobre que se levante el Zuazo, y satisfacer á las mismas necesidades terrestres y marítimas que hoy el actual,—cuando nó á más.

16.ª Los pilares del nuevo puente deben presentar muy póco volúmen, para reducir lo menos que sea posible el abra proyectada y dejarla de 100 metros útiles. Convendría, pues, que fuesen de hierro macizo, para presentar en poco volúmen peso enorme.

17.ª Las compuertas, para no impedir con sus anchos el curso de las aguas, estarán situadas en la prolongación de los pilares.

Los croquis números 10, 11 y 25, *y* 10 *bis*, 11 *bis y* 25 *bis*, indican la disposición general de los pilares del Puente y de las compuertas, con arreglo á las condiciones anteriores.

Ahora bien; con estos indispensables antecedentes, estudiemos las presiones horizontales del agua del mar sobre las compuertas mayores, que son las de $12\frac{1}{2}$ metros de largo.

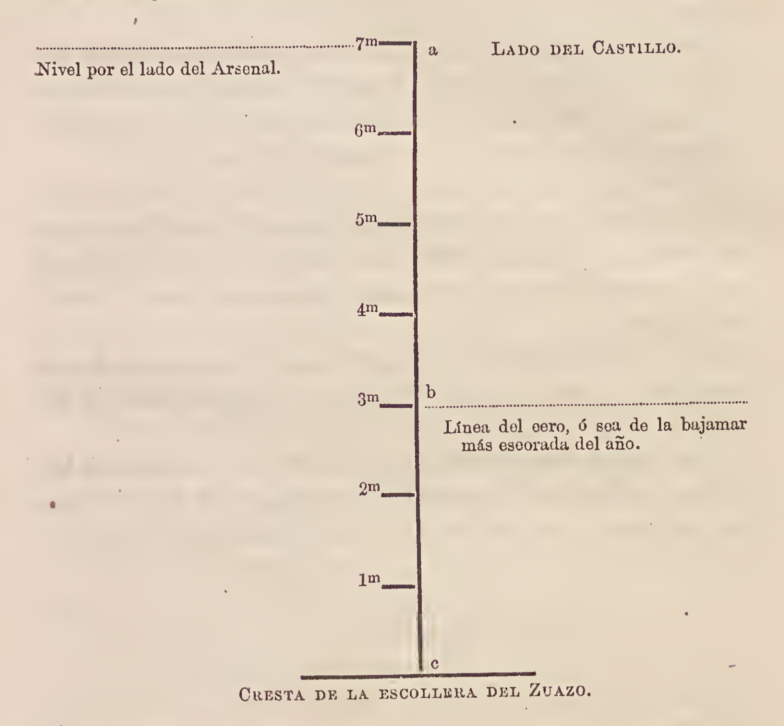
Todas las compuertas habrán de tener 7 metros de altura, porque, según los datos de la Comisión Hidrográfica del Piles, la máxima pleamar del año alcanza en Cádiz una altura de 3 metros y 9 decímetros sobre la línea cero de la más escorada bajamar. Supongámosla, sin embargo $= 4^{m}$.

Admitamos que una columna de agua del mar de 10 me-

tros de alto equivalga á la presión de una atmósfera (1) ó sea

= 1033 gramos sobre centímetro cuadrado.

Examinemos la presión máxima el día del año en que se verifique la más escorada bajamar; y tendremos lo que simboliza el diagrama siguiente:



Cresta de la escollera del Zuazo.

La compuerta, cuando á la bajamar represe toda el agua de la pleamar anterior, tendrá bañados por ambas caras los 3 metros inferiores, y por una sola cara los 4 metros superiores. Las presiones, por consiguiente, serán:

---

(1) Suponer que 1 columna de $10^m = 1^{at}$ es admitir que la densidad del agua del mar es.................. =1,033;
lo cual es calcular esa densidad como mayor de lo que realmente resulta; ya que, *término-medio*, es solo =1,0261.
Así es que las presiones que van á computarse saldrán algo mayores de lo que deben ser.

Parte de la compuerta bañada por una sola cara:

Línea elemental superior: carga = cero; (en *a*)

Línea elemental inferior: carga $4^m = \frac{4}{10}$ de atmósfera; (en *b*)

$$\text{carga media} = \frac{0 + \frac{4}{10}^{\text{at.}}}{2} = 0{,}2 \text{ de atmósfera.}$$

$= 0{,}2$ de 1033 gramos

$= 206{,}6$ gramos por centímetro cuadrado.

Superficie bañada por una sola cara:

$= 1250^c \times 400^c$

$= 500000$ centímetros cuadrados.

Presión sobre esta superficie:

$= 500000^{c2} \times 206^{gr},6$. . . . . . . 103300^k

Parte inferior bañada por ambas caras:

Línea elemental superior (en *b*); carga $\frac{4}{10}$ de atmósfera.

Línea elemental inferior (en *c*); carga por la 1.ª cara $= \frac{7}{10}$ de atm.

carga por la 2.ª cara $= \frac{3}{10}$

diferencia $= \frac{4}{10}$ de atm.

$= 0{,}4 \times 1033^{gr.}$

$= 413{,}2^{gr.}$

sobre centímetro cuadrado.

Superficie sobre que actúa esta presión:

$= 1250^c \times 300^c = 375000^{c2}$

Presión total sobre ella:

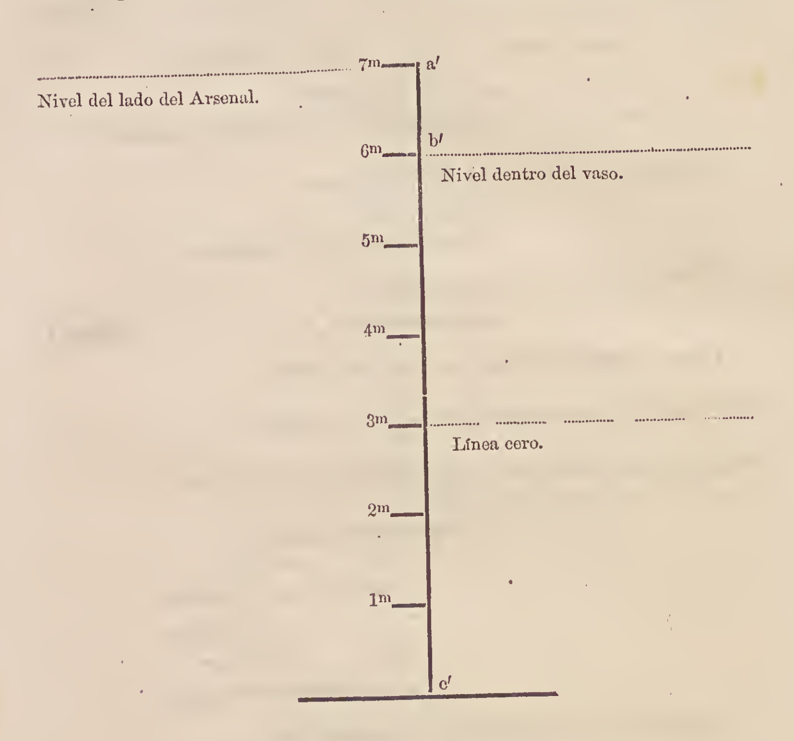
$= 375000 \times 413{,}2 =$ . . . . 154950^k

SUMA. . . . 258250^k

Para que la compuerta no resbale, se necesita que ella con toda la extructura que la afiance pese 775 toneladas:

$258250 \times 3 = 774750$ kilógramos.

Pero si las compuertas no han de represar nunca la marea sino hasta el instante en que la diferencia de niveles sea $=1$ metro, entonces la presión horizontal máxima del año resultará como sigue:



Parte de la compuerta bañada por una sola cara:

Línea elemental superior: carga $=$ cero (en a')
Línea elemental inferior: carga $= 0{,}1^{\text{at.}} = 103^{\text{gr.}}$ (en b')

$$\text{Carga media} = \frac{0 + \frac{1}{10}^{\text{at.}}}{2} = 0{,}5^{\text{at.}} = 51^{\text{gr.}},65$$

Superficie bañada por una sola cara:

$$= 1250^{\text{c}} \times 100^{\text{c}} = 125000^{\text{c}2}$$

Presión sobre esta superficie:

$= 125000^{c2} \times 51^{gr.}, 65 =$ . . . . $6^{ton.}$ 46

Parte inferior bañada por ambas caras:

Línea elemental superior (en *b'*): carga $0{,}1^{at.}$

Línea elemental inferior (en *c'*)

Carga por la 1.ª cara $0{,}7^{at.}$

Carga por la 2.ª cara $0{,}6^{at.}$

Diferencia $,1^{at.} = 103^{gr.} 3$

Superficie sobre que actúa esta presión:

$1250^{c} \times 600^{c} = 750000^{c2}$

Presión total sobre ella:

$750000^{c2} \times 103^{gr.}, 3 =$ . . . . . $77^{ton.}$ 47

SUMA. . . . $83^{ton.}$ 93

Para que la estructura no resbale cuando la compuerta represe el agua con solo la carga semi-torrencial de un metro en el día más desfavorable del año, se necesita hacerle pesar 252 toneladas:

$83{,}93 \times 3 = 251, 79;$

mientras que, represando ese día mismo toda la carga torrencial posible, se necesitaban 775 toneladas.

La diferencia es pues, muy digna de consideración.

Por lo demás, *aun en el caso torrencial,* no sería difícil impedir el resbale de la estructura; pues bien se vé lo posible de darle el peso conveniente.

Más podrá objetarse ¿y si hubiese alguna vez olas de temporal? ¿Qué fuerzas resistirían á la furia de las olas huracanadas?

La objeción revela previsión científica, pero en realidad no es objeción. En caso de temporal se tendrían abiertas las compuertas, y *por ningún motivo* se represaría la creciente. No habría, pues, que afrontar ningún peligro, por ser este imaginario.

Pero, cuando se echa más de ver la considerable economía del procedimiento semi-torrencial, es cuando se trata de cerrar ó interceptar *á voluntad* el Sancti Petri por la Punta del Horno.

Esa presa (naturalmente) puede construirse mediante los procedimientos conocidos. Desde luego ocurre que es dable represar allí la marea por un puente de ojos, como quiere el señor Almeyda, solo que las compuertas habrían de ser giratorias alrededor de ejes verticales, y nó las comunes y corrientes automáticas. Tal vez pudiera pensarse que, por la gran profundidad que en la Punta del Horno presenta el agua aún en bajamar, tendrán necesidad de ser allí las compuertas y los demás organismos de mayor resistencia y robustez que en el Zuazo; pero pronto se echará de ver que allí la generalidad de las compuertas puede ser de no exagerada longitud; porque, aún cuando se acerquen mucho los pilares, y, por tanto se multipliquen, nunca disminuirán perjudicialmente con sus gruesos la gran abra de la Punta del Horno.

Pero, no habiendo necesidad de puente en aquel sitio, como la hay en el Zuazo, cabe represar el agua, si la carga hidráulica ha de ser solo de un metro, ó poco más, colocando sobre cimientos sólidos que descansen en lo firme, compuertas giratorias de muy ancha base, y de peso tan enorme que solo por su propia gravedad no puedan resbalar sobre sus asientos, ni tampoco voltear sobre sus aristas con la presión horizontal del agua.

Pero ¿cómo serán movidas, abiertas y cerradas, compuertas giratorias, cuyo peso necesariamente ha de ser de cuatro ó cinco centenares de toneladas?

Hoy es general el empleo de las prensas hidráulicas. Los puentes giratorios se mueven por su medio: 700 toneladas pesa el de los diques de Marsella, donde á la presión de 52 atmósferas han funcionado sin interrupción ninguna durante 10 años seguidos los aparatos hidráulicos de los muelles, á pesar de tener 7 kilómetros de longitud la enorme tubería que les sirve de alimentación. El puente giratorio funciona á la presión de 272

atmósferas, y dista kilómetro y medio de la maquinaria central de los doks, donde el agua se comprime á las presiones que se han de menester, utilizando al efecto la fuerza de vapor.

Pero en el Sancti Petri no se necesita del carbón de piedra. Es tan considerable la mole de agua represable por El Río, que no aparece de dificultad ninguna destinar una mínima parte de tan colosal volúmen líquido, á comprimir el agua hasta 100 atmósferas, ó más: á fin de alimentar *con agua á tan gran presión* prensas hidráulicas destinadas á abrir y cerrar compuertas donde fuere menester, y por pesadas que sean.

¿Será preciso detenernos á demostrar que el sistema semi-torrencial se convertirá *cuando se quiera y convenga*, en el de circulación artificial de erosiones sosegadas? Parece que nó; ya que la conversión se conseguirá siempre y *en todo caso* con solo reducir convenientemente la carga del metro que queda calculada para el sistema semi-torrencial.

¿Será menester también manifestar que el régimen de limpias torrenciales, si se establece para limpiar el Caño del Arsenal, requerirá los organismos auxiliares usados en otras partes? Por ejemplo, para hacer penetrar eficazmente en los remansos las corrientes limpiadoras, ó bien para enderezarlas impetuosamente contra determinados obstáculos, se usan en muchos puntos, pero en Dunkerque con especialidad, grandes y robustos tableros articulables (llamados por los franceses *guideaux*, guia-aguas) con los cuales se forman muros provisionales que obligan á las aguas represadas á caminar según conviene al ingeniero en determinada dirección. (1)

Excusado es, pues, decir que al sistema de limpias coadyuvarán cuantos accesorios fueren menester, y que aquí no es necesario detallar.

---

(1) Véase entre otros á Debauve, fascículo 19, página 616 y siguientes.

XIX.

Ideas generales sobre la limpia total de la bahía.

Limpia expeditiva de los fangos fronterizos á los diques.—Utilización del San Pedro. Limpia de la ensenada de Puerto Real.—De la del Arillo.—Corte de los tornos del Sancti Petri. — Canalización del Iro.—Aplicaciones de estos sistemas á otras localidades: Ayamonte.

Las represas torrenciales son de aplicación, no solo á la limpia de los Caños del Arsenal de la Carraca, sino también á la de todos los sacos, ensenadas y anfractuosidades de la Bahía Gaditana. Ya en otra parte de esta Memoria se ha dicho que un Congreso de Ingenieros no habría podido disponer mejor la localidad.

Por de pronto ¿por qué se draga la entrada de los diques? Llénense á la pleamar esos magníficos recipientes: représese en ellos el agua por medios adecuados; y, á la bajamar déjese salir el líquido con la mayor carga posible. ¿Cómo han de resistir las maflas ni los fangos que ahora los obstruyen? ¡Y no se aplica tan eficacísimo recurso!! ¡Y se *tiran* en dragados 8 ó 10 mil duros anualmente; pues no bien queda franca la entrada, vuelven los fangos á obstruirla!

Si se quisiera dar más fondo al Caño Alcornocal ¿habría más que represar el agua que hubiera ido entrando en él á la creciente y dejarla salir *de golpe* á la bajamar?

¿Quiere darse fondo á la desembocadura del Río San Pe-

dro? Pues représense igualmente las aguas del flujo, y salgan luego torrencialmente en los últimos momentos del reflujo hácia la parte de Puntales.

¡Qué grandioso partido puede sacarse del cauce de este Río!!

Restablézcase la Cortadura de Matagorda, que la empresa del ferrocarril tiene cegada. Represése el flujo en el San Pedro y déjese salir el agua á la bajamar por dicha Cortadura y por el Trocadero; con lo cual su Caño volvería, *en el acto,* á ser lo que era hace 3 siglos: el gran carenero del comercio gaditano, y hasta un magnífico puerto con *bassins à flot,* donde siempre los buques estuviesen al nivel de los muelles.

¿Quiere limpiarse el saco de Puerto Real? Pues représese también la creciente en el San Pedro: déjese luego caminar el agua, á la menguante, por la Cortadura y desde la Cortadura hácia Puerto Real; (impidiéndole, por supuesto, bajar por el Trocadero directamente hácia el Castillo de Puntales).

A fin de limpiar el saco de Puerto Real coadyuvaría eficazmente el represar el flujo al N. y al E. de la Carraca, en los Caños del Pilar, de Belén, de San Rafael, y de todos los que desembocan al E. de La Isla Verde.

¿Es ya urgente la limpia de la gran ensenada del Río Arillo? Pues abaláncense como catarata las aguas del flujo convenientemente por los canales de Ureña, de Herrera, de San Agustín y del Río Arillo, alimentado éste por la hoy inservible Cortadura de Autrán. (Trabajos bien insignificantes proporcionarían copioso alimento al Canal de Ureña desde el propuesto vaso comprendido entre el Zuazo y la Punta del Horno).

¿Es necesario llenar con más rapidez que actualmente, este vaso? Pues póngase en comunicación con el Atlántico el Canal de Dos Hermanas, ó ahóndese un caño nuevo desde el mar hasta la entrada de Gallineras, ó desde la ensenada del Arillo á donde convenga.

¿Se desea ganar tiempo en la navegación del Sancti Petri,

evitando los dos largos recados que este Estrecho forma frente á la Isla de El Vicario, la Batería de San Pedro, la desembocadura del Caño Borriquera? Pues nada más fácil que abrir un corte ó zanja de unos 700 metros que vaya desde el delta de El Vicario al Caño de Gallineras. Nada más fácil también que ensanchar y profundizar luego esta zanja hasta hacer un canal de cuantas condiciones pudieran apetecerse.

Lo mismo pudiera canalizarse el Iro á fin de hacer en línea recta la navegación desde Chiclana al Sancti Petri. Para todo sobra fuerza en la marea. ¿Y para aprovecharla ha de faltar únicamente fuerza cerebral?

¿Queda agotado con lo dicho el número de combinaciones posibles? ¡Oh! no. Los ingenieros y los hombres de inventiva tienen ancho espacio donde dejar volar las alas de la imaginación, para obligar á las mareas á deshacer el mal que causan.

Pero ¿á qué limitar á la Bahía Gaditana el sistema de *limpias torrenciales*?

Donde quiera que pueda ser represada la creciente, se obtendrán á la menguante limpias seguras, prontas y perennes. El flujo y el reflujo nunca duermen ni descansan. Por ejemplo, ¿por qué no hacer aplicación del sistema al puerto de Ayamonte? ¡Cuán fácil es allí un régimen *reversible* de circulación contínua!!! ¿Por qué, pues, ha de permanecer casi inutilizado aquel puerto desde la enorme avenida del Guadiana en 1876?

Pero ciñámonos á Cádiz.

El Ingeniero puede regir esta inmensa bahía como un maquinista su locomotora.

No hay más que saber dar dirección á potencias colosales.

XX.

RESUMEN.

Necesidad de conservar la bahía sin detrimento de las salinas.—Idea general.—Utilización de las mareas, obligando á las aguas por medio de grandes represas á un sistema de circulación forzada y permanente por el Sancti Petri, desde bahía hácia la barra del Castillo.

Los puertos militares son muy raros, y la Bahía Gaditana es uno de los de mejores condiciones en el mundo. Irreemplazable al Sur de la Península, toda España está interesada en su conservación. Puerto, además, mercantil de primer órden, su existencia interesa á las Marinas de todo el Globo.

Tendiendo hoy los aterramientos á inutilizar la Bahía Gaditana, deben impedir la inutilización, no sólo la localidad, sino también el Estado; y, si el régimen internacional fuera otro en el mundo, hasta debería contribuir el Comercio universal.

Los aterramientos de la bahía han tomado desde hace un cuarto de siglo proporciones alarmantes; pero el fenómeno no es nuevo. Empezó en la última época geológica, en que Cádiz era un diminuto archipiélago, cuyos peñones se han ido uniendo progresivamente entre sí por los aterramientos de las arenas del mar y los fangos del Guadalete, hasta formar la hoy Isla de León, separada de la Península Ibérica por el brazo de mar llamado con la impropiedad mayor Río de Sancti Petri: tortuoso canal que corre de Norte á Sur. Todavía era una buena rada Puerto Real en el siglo XV. No sucede hoy, pues, nada que no haya venido antes sucediendo sin interrupción, aunque lentamente, en la serie de los siglos.

Ni el fenómeno es exclusivo de esta localidad. Todos los puertos de mareas tienden á cegarse por la sedimentación de las arenas y de los barros que la creciente lleva constantemente al interior, procedentes de las erosiones litorales causadas por las olas, y de los detritos de los montes acarreados por los ríos hasta el mar.

Esta incesante sedimentación forma las marismas, cuyos fondos se van contínuamente alzando, si bien en los principios con suma lentitud. Mientras los terrenos inundables por las crecientes tienen grandísima extensión superficial, subsisten impetuosas corrientes naturales erosivas, que mantienen muy profundos canales en los puertos de marea.

Pero, no bien las marismas se han elevado suficientemente para poder ser cercadas con facilidad, la industria humana las sustrae de la acción y del acceso de las mareas, á fin de aprovechar las preciosas cualidades de los terrenos robados á la mar; y, cesando *de repente* las corrientes erosivas, los canales de alimentación de los terrenos antes inundables se ciegan fatalmente y en un plazo brevísimo.

Dos causas, pues, concurren á los aterramientos de los puertos de marea; una *natural*; la sedimentación, constante, poderosa, pero lenta: otra *humana*; más potente aún y rapidísima; porque, cuando es ya poca el agua que almacenan las marismas, la industria humana hace que sea NINGUNA de repente.

Causas puramente humanas han acelerado en Cádiz los aterramientos, produciendo el conflicto actual. La predispusieron desde el siglo XVI, así la impremeditada construcción del puente Zuazo como la echada á pique, por actos de guerra, en el interior de la bahía, de multitud de grandes buques, que nunca se sacaron. Ha terminado obra tan funesta la reciente conversión en salinas de todas las marismas desde 1823 acá, y la insensata construcción de los tres puentes del ferrocarril, que ha privado de toda su sección mojada á los caños principales.

Existiendo ya salinas, y aterrados alarmantementes los caños, hoy el problema es doble: *conservar* la bahía y *conservar* al mismo tiempo la industria de la sal.

Fuerzas sobran en las mareas para la rápida consecución de ambos fines; pero, al efecto, es absolutamente necesaria la existencia de El Río Sancti Petri... ¡Sin el Sancti Petri ni salinas, ni Arsenal, ni bahía! ¡Ni bahía, repárese esto bien!

Vituperable es, por lo tanto, la apatía musulmana con que muchos marinos se resignan á ver morir el Arsenal de la Carraca y perecer la industria floreciente de la sal. Oh! donde hay fuerzas siempre, hay recursos.

Sobrando, pues, fuerzas en las mareas gaditanas para remediar por completo los males que ellas mismas ocasionan, sería una demencia inconcebible gastar dinero en dragas. El carbón cuesta muy caro; y, una vez esclavizadas las mareas, trabajarían eternamente gratis: ¡siervos incansables que no conocen el sueño, que no saben lo que es rebelión, y á quienes no hay que alimentar!

Esclavizadas las mareas, para obligarlas á deshacer el mal que hacen, sería absurdo llevar constantemente los fangos á bahía, es decir, hácia el Guadalete, de donde vienen. Es preciso, pues, empujar siempre los fangos hácia el mar, en paraje de donde no puedan nunca más volver.

Hay, pues, que plantear un sistema de *circulación artificial* de las aguas, dotadas de suficiente velocidad para erosionar los fangos, mantenerlos en suspensión durante el viaje, y hacerlos salir por la Boca Sur del Sancti Petri delante del Castillo; porque las corrientes litorales se dirigen de Norte á Sur en las playas gaditanas, y los fangos que allí se entreguen al mar caminarán hácia el Africa, sin volver jamás á la bahía.

El sistema que se adopte de circulación artificial de las aguas, en el cual las erosiones de los lechos han de ser poderosos, pero nó de la violencia máxima posible, tiene que ir acaso precedido (por exigirlo hoy así la seria gravedad de las circunstancias) de un breve período de violentas erosiones torrenciales en su máximum. Por tanto, cuantos sistemas se propongan tienen que ser *reversibles;* porque, al comenzar no hay arbitrio más expeditivo que el de lanzar, aunque por muy breve tiempo, los fangos á bahía.

Del conflicto se puede salir de dos maneras: mediante recursos de alcance limitado; ó bien mediante planes grandiosos de trascendencia general.

El interés privado de la Marina la hace no aspirar á más que á la urgente limpia del Caño ante los diques y las gradas: la Industria de la sal se dá por satisfecha con tener practicable el acceso hasta sus cargaderos;... pero el verdadero Hombre de Estado y el buen Hijo de Cádiz no pueden contentarse sino con la salvación íntegra de la Bahía Gaditana.

Para salvar, pues, la inminencia del peligro del Arsenal, sería más que bastante el estanque reversible de 36 hectáreas entre puentes, según queda descrito.

Pero, para limpiar completamente toda la bahía, y el Trocadero, y el saco de Puerto Real, y la gran ensenada del Río Arillo, y la totalidad de los Caños secundarios de toda la Ribera, se necesita nada menos que del cauce entero del Sancti Petri, convertido en mecanismo de limpias desde la escollera del ferrocarril (ó desde el Zuazo) hasta la represa que se levante en la Punta del Horno, según la línea del plano *n.* 9 *bis.* Además de las represas del Sancti Petri, es indispensable represar convenientemente el San Pedro, y dar á sus corrientes de limpias adecuado sentido, según se dirija el ataque contra los fangos del Trocadero ó contra los de la rada de Puerto Real.

Por supuesto, que en todo caso es menester—ineludiblemente—ó bien sustituir con otros que no estorben los desastrosos puentes actuales del ferrocarril, que cruzan el Sancti Petri, el Aguila y el Horcajo, ó bien UTILIZAR sus escolleras.

La baratura y la rapidez de la ejecución convidan á construir DESDE LUEGO el estanque reversible de las 36 hectáreas entre puentes; pero, si llegara una vez á realizarse esa expeditiva y no costosa construcción, sería muy de temer que nunca más, ó por lo ménos en muchísimo tiempo, se pensase en limpiar el Trocadero, ni la rada de Puerto Real, ni la ensenada del Río Arillo, que continuarían cegándose como hasta aquí, hasta que nuevos conflictos, cual los actuales del Arsenal,

obligaran á acudir con remedios, entonces ya tardíos y forzosamente muy violentos; mientras que ahora son innecesarios en escala colosal.

Conviene, pues, agitar fuertemente la opinión en favor del gran proyecto: el de la limpia total de la bahía. Costará indudablemente mucho más que el de la limpia parcial del Caño de la Carraca y de El Rio Sancti Petri. Con el *plan pequeño* habrá Arsenal desde el primer instante; pero eso solamente. Con el *gran proyecto*, habrá además bahía para siempre y para siempre industria de la sal.

Las obras hidráulicas (verdaderamente grandiosas, pero de ninguna manera difíciles) necesarias para la limpia toda de la bahía, y con especialidad de El Rio Sancti Petri, sean de la magnitud que fueren, según lo que la opinión reclame y los recursos permitan, costarán siempre MUY POCO relativamente.

En todas las naciones se gastan á cada paso millonadas en tener buenos puertos mercantes de marea; y sumas fabulosas en puertos militares. Acostumbrados los hijos de Cádiz á que todo se lo dé hecho la *próvida naturaleza*, sin acudir, ni en poco ni en mucho, ni para nada, á los meditados recursos y defensas del arte hidráulico, suelen asustarse cuando se les dice que la limpia de la bahía exigirá sumas de bastante consideración; pero, como todo en el mundo es relativo, deben reparar que un plan sensato de limpias utilizando las mareas, resultará siempre de extremada baratura en esta localidad afortunada, por tener ya casi hechos LA NATURALEZA los más apropiados recipientes.

Y, sobre todo, ¿es ahora ocasión oportuna de lamentos? Errores, incurias é imprudencias pasadas han traído las cosas á un estado tal, que ya *actualmente* no queda más recurso que optar con viril resolución por uno de los dos términos includibles de este dilema tremendo

Ó PERECER, Ó GASTAR.

Asegurada por medio de previsoras obras hidráulicas la existencia de El Río Sancti Petri; asegurada la industria salinera y las demás que dependen del agua del Mar; asegurada, en fin, por un arranque viril y patriótico, la existencia de la Bahía Gaditana habría que descender á detalles, que ahora sería muy ocioso puntualizar.

Adecuados mecanismos recogerían parte de las fuerzas del mar sobrantes en el período de limpias tranquilas ó semitorrenciales, y las almacenarían en aire comprimido ó en agua á gran presión, para abrir y cerrar exclusas y compuertas sin necesidad de muchos operarios.

Reglamentos *ad hoc* fijarían el servicio de las exclusas, así en tiempo de paz como de guerra.

Estatutos especiales consignarían los derechos de los propietarios de las salinas y de los molinos, así como los de las tripulaciones de los faluchos dedicados á la pesca ó á la navegación de cabotaje.

Ordenanzas rigurosas preceptuarían las precauciones conducentes á la seguridad de los barcos y de los hombres de mar, durante los momentos de las limpias torrenciales, si éstas se adoptaban, &c., &c.

En dos palabras:

El mal no es nuevo, y únicamente la falta de previsión lo ha exacerbado; pero sobran fuerzas para remediar el conflicto, cuyas soluciones, si interesan especialísimamente á la localidad gaditana, son de importancia capitalísima para toda la Nación.

Y el remedio consiste en la utilización sistemática de la misma gran fuerza del mar, que hoy en destruir emplea sin tregua energías colosales no domadas aún, pero muy fáciles de esclavizar.

APÉNDICE.

Compuertas.

Puentes.

Clasificación.

En la anterior Memoria, con el objeto de hacer ver posibilidades, se proponen muchas variantes para la limpia de la bahía, y con especialidad para la de los Caños del Arsenal de la Carraca.

¿Cuál será la preferida?

Esto dependerá principalmente de la *cuantía de los recursos* que puedan allegarse para las obras necesarias. Por lo tanto, sin conocerla préviamente, no es posible formular Presupuestos detallados.

Pero, como muchas de las variantes tienen de comun, *por razones de economía*, el aprovechamiento de la escollera del Puente Zuazo tal cual está (si bien sería siempre mucho mejor darle más anchura), parece útil el formular un esbozo de Presupuesto concerniente á ella, para poder, en su vista, formar algún concepto acerca de la cuantía de las obras. (Por supuesto, mejor que la del Zuazo sería la escollera del ferrocarril, para el gran vaso de 636 hectáreas.)

La antigüedad aspiraba á la casi perpetuidad de sus construcciones, y de ello dan muestras fehacientes, entre muchas otras, los antiguos monumentos, puentes y acueductos de los Romanos. En tablas de bronce incorruptible se escribían entonces las leyes. Hoy, en deleznable papel, *fácil de reemplazar*. En la época antigua era muy difícil sustituir una edificación con otra edificación; y, por eso, cuanto se construía ostentaba un sello marcadísimo de permanente duración. Ahora es sencillo y llano, dados los infinitos recursos de la industria, el reemplazo de lo hecho; y, por eso visiblemente, las obras y las estructuras modernas no aspiran á la perpetuidad.

Las represas, para resistir el empuje horizontal del agua, necesitan peso enorme y anchura considerable que les impidan resbalar y voltear. Las construcciones de piedra resultan de mucha duración; pero la piedra pesa poco; y, por consiguiente, requiere mucho espacio. El hierro es oxidable, por lo cual no son de larga vida las estructuras férreas expuestas á la intemperie; pero el hierro pesa mucho, ocupa poco, y es *fácilmente reemplazable.*

Por otra parte; la escollera actual del Zuazo, *tal como está*, no se presta á construcciones voluminosas de piedra sobre pilares; y hé aquí por qué, á fin de poder aprovecharla *desde luego* y ganar un tiempo hoy preciosísimo, debe recurrirse al hierro, no solo en la construcción de las compuertas,—para las cuales evidentemente está indicado, — sino también en la estructura del puente que haya de sustituir al actual.

Siendo, pues de hierro toda la estructura, resultará lo que sigue:

NOTA.

Aquí Benot entra en multitud de consideraciones y de cálculos de construcción, que, no teniendo á la vista sus planos, resultarían necesariamente ininteligibles.

El resúmen de los cálculos se condensa en la siguiente

Clasificación en números redondos.

Hierro laminado.

Compuertas.			
Las 2 compuertas grandes		89 ton.	
Las 10 restantes		270	
		359 ton.	
Losanges.			
2 para las puertas grandes . . .	10 ton.		
10 para las chicas	30 „	40	
Atirantado.			
El especial de los pilares grandes.	7 ton., 600		
El general	40	48	
Vigueria		65	
Redoblones, etc		30	
Toneladas. . . .		542	

Hierro de primera fusión.

Ranguas.			
Para las dos compuertas grandes.			27 ton., 500
Para las diez chicas			130
			157 ton., 500
Pilares.			
Los 4 grandes		496 ton., 400	
Los 4 complementarios .	345,6		
Los 20 restantes . . .	1728	2073 ton., 600	
			2570 ton.
Postes.			
Los 4			12 „
Toneladas. . . .			2740

El deseo de esclarecer algunos puntos de la anterior Memoria de mi buen amigo Eduardo Benot y el de estudiar otros desde distintos puntos de vista, me movieron á dirigirle el 9 de Setiembre el *cuestionario* que puede verse á continuación; y ya el 29 del mismo Setiembre se hallaba la respuesta en mi poder.

Aunque la contestación —escrita solamente para satisfacer mi interrogatorio— no estaba destinada á ver la luz pública, sin embargo, me decido á imprimirla, por tocarse en las respuestas tantas nuevas cuestiones, que no creo puede darse comentario ni ampliación más convenientes á la Memoria del Sr. Benot que su carta misma. Hasta el gracejo y soltura del estilo epistolar contribuyen á darle claridad y aun interés.

Cádiz 1.º Octubre 1885.

Salvador Viniegra.

CADIZ 9 SETIEMBRE 1885.

SR. D. EDUARDO BENOT.

MI QUERIDO AMIGO: Confirmo á Vd., después de haber leido nuevamente su Memoria, todo cuanto le tengo dicho acerca de ella, como consecuencia de mis impresiones en la primera lectura. Cada vez me convenzo más y más de que Cádiz se pierde sin remedio si se dejan seguir las cosas como van; y de que, para limpiar definitivamente la bahía, y muy especialmente el Caño de la Carraca, no hay más recurso que utilizar la inmensa energía de las mareas. Después de lo que Vd. dice, no hay que pensar más en el dragado. Y, además, ¿quién puede objetar cosa séria ni de provecho á lo que Vd. pregunta? Si en otras partes se ha recurrido y se recurre *con éxito probado y jamás fallido*, á las limpias torrenciales, ¿por qué en el sistema de represas no ha de estar la salvación de nuestra querida localidad? Y ¿cómo no recurrir á tal sistema, pudiendo aquí tener las represas la preciosa cualidad de *reversibles*, de que en ningún otro punto gozan? Y, en fin, ¿cómo no prohijar la idea hasta con entusiasmo, cuando, *sobrando fuerza*, puede venderse este sobrante, almacenado en aire comprimido ó en agua á gran presión; y más siendo en la actualidad esta clase de transformaciones base suficiente para que el capital halle seguro beneficio en la limpia total de la bahía?

Creo, amigo mio, haberme penetrado perfectamente del espíritu y de la índole de su trabajo; y, por tanto, me juzgo, con derecho á exponer á Vd. ciertas observaciones que me *andan rondando* hace algunos días; seguro como lo estoy, de que Vd. no ha de ver en ellas ningún carácter de hostilidad. Ni aún siquiera de *duda* en la eficacia de sus proyectos.

Nó: no dudo: pero quiero mirar las cosas desde nuevos puntos de vista.

Mis muchas ocupaciones me han impedido escribir antes á Vd.; pero el tiempo transcurrido ha hecho que yo elabore mejor y ordene mi *cuestionario* con más acierto que lo hubiera hecho en un principio, á haber dejado entonces correr la pluma según se me presentaban y ocurrían las ideas sugeridas por la lectura de su obra.

Solo siento dar á Vd. molestia; pero lleve Vd. pacientemente mi *interrogatorio*; que, como buen gaditano, está obligado á sacar fuerzas de flaqueza. Sé que su reuma no le deja buenamente andar; pero también sé que le deja escribir: conque respóndame.

Y, sin más introito, doy comienzo.

I.

Los sistemas de limpia propuesto por los Sres. Crespo y Almeyda son según la Memoria, objecionables en lo cuantitativo; pero ¿qué deberíamos pensar de uno y de otro proyecto, si las objeciones cuantitativas desapareciesen?

Por ejemplo: es indudable que por los 5 actuales ojos del Zuazo no cabe llenar en una sola marea el Vaso del Sancti Petri, si se cierra El Río por la Punta de la Cruz, como quisiera el Sr. Crespo; pero ¿qué valor tendría el proyecto de este Ingeniero, si se hiciese desaparecer todo el estorbo del Zuazo, (cerrándose siempre, por supuesto, la Punta de la Cruz?)

Otro ejemplo: ¿qué valor tendría el proyecto del Sr. Almeyda, si lo que este Ingeniero llama *Auxilio* se convirtiese en el *Agente principal* de las limpias?

II.

¿Está ensayado en alguna parte el sistema de limpias semi-torrenciales? Caso de estarlo ¿puede Vd. decirme las localidades en que há tenido empleo? ¿Cuál ha sido el éxito obtenido?

III.

¿No es para alarmar la gran cuantía de las fuerzas acumulables en el Sancti Petri, si se emplean torrencialmente?

IV.

Supuesto que con el calado de la parte bañada por las dos caras en toda compuerta represadora de agua crece la presión horizontal hidráulica, ¿no sería acaso más conveniente dar mayor anchura al abra del Zuazo y menor profundidad, calculándolo todo de manera que el gasto del agua fuese el suficiente para llenar en una marea el cauce de El Río? ¿No sería así menor el peso de la presa? ¿No resultaría mas económico el sistema?

V.

Puede, por causa de utilidad pública, ser expropiado un puente de ferrocarril? ¿Con qué requisitos?

VI.

Al final de la sección XI se presenta como variante expeditiva la formación provisional del estanque no reversible de 36 hectáreas, habilitando, al efecto de compuertas giratorias la escollera del puente del ferrocarril y dejando el Zuazo tal como está, menos la pequeña obra necesaria para ponerle portalones colgantes; (como los de los molinos, si no entiendo mal).

Por otra parte se destina todo el capítulo XVII al mismo estanque de 36 hectáreas, pero utilizando ya, no solamente la escollera del puente del ferrocarril, como ántes, sino también la escollera del puente Zuazo, ambas rebajadas correspondientemente y las dos con compuertas giratorias al rededor de ejes verticales para que el estanque tenga la preciosa cualidad *de reversible.*

Ahora bien, pregunto: ¿porqué habla Vd. del mismo estanque de 36 hectáreas en dos tan distintas condiciones? ¿Sostiene Vd. las dos variantes? Caso de no sostener Vd. la primera ¿no deberán especificarse más circunstanciadamente las condiciones y el orden de ejecución del estanque *reversible.*

VII.

En el régimen de erosiones enérgicas pero no torrenciales á que dedica V. el capítulo XVIII jamás vienen los fangos hácia la bahía; mas en todos los demás procedimientos cree Vd. necesario empezar por un período breve de violencias torrenciales al máximo? Por qué? ¿Hasta obtener cuánto fondo más que ahora delante de los diques piensa Vd. que debería durar ese primer período de violencias? ¿No será para alarmar la irrupción de esos fangos en la Bahía?

VIII.

¿Cree Vd. que en sus procedimientos podrá prescindirse siempre del dragado? ¿No será alguna vez conveniente dragar para dirigir las corrientes?

IX.

¿Perturbará de algún modo importante para la formación del estanque reversible de 36 hectáreas el nuevo puente que acaba de hacer la Empresa del ferrocarril, utilizando la escollera que Vd. examinó en 1880 y cruza el Caño de la Carraca?

Por si Vd. no conoce la flamante modificación, le remito un esbozo sacado á mano por curiosidad á presencia del puente nuevo; que, naturalmente, no está á escala, pero que dá muy bien idea de la obra reciente y de la antigua.

Caso de que quiera Vd. un croquis con las dimensiones verdaderas, pídamelo, pues creo que podré proporcionárselo.

X.

Con seguridad, de entre las variantes de limpia que se leen en la Memoria, unas serán mejores ó más prácticas que otras, dado el que no todas pueden ser iguales. ¿A cual ó cuales dá Vd. la preferencia?

Y ¿por qué?

XI.

¿Ha dejado Vd. de exponer alguna otra variante de interés?

¿Por qué motivo?

XII.

¿Le ocurre á Vd. todavía alguna cosa más que decir no expresada en la Memoria?

Y, como á mí no me ocurre nada más que preguntar, doy punto aquí á mi *cuestionario*, suplicando á Vd. que no me guarde rencor por el empujón; que, al fin y al cabo, podía ser ménos suave.

Su amigo affmo.

Viniegra.

---

12 Setiembre 1885 en Madrid.

Sr. D. Salvador Viniegra.

Mi querido amigo: Galardonado quedaría yo, si mi trabajo produjese en todos sus lectores el convencimiento que en Vd., acerca de que Cádiz se pierde á continuar el *statu quo*, y de que el mal de los aterramientos solo tiene su remedio en lo mismo que los causa.

Ojalá que este convencimiento cundiera y contagiase aun á los hostiles, (pues sé que los hay). Si á tanta ventura estuviese predestinada mi Memoria, entonces el resultado sería magnífico; pues tengo la seguridad de que solo se pueden poner á mi trabajo objeciones de detalle, siempre muy fáciles de responder.

¿Fáciles? Entendámonos.

No es siempre *difícil* que broten las ideas demostrativas de la falta de base sólida en que se apoye una objeción; pero nunca es cosa de juego la exposición convincente de los argumentos que reducen á la nada una censura cualquiera, por muy grande que sea su oquedad.

Siempre he creído muy difícil contestar á cualesquiera objeciones. Una observación ociosa, ó una censura, aun la más infundada, se hace en muy pocas palabras. Muchas, muchísimas á veces, se necesitan para contestar; y de habilidad no poca há de estar dotado quien conteste, para dejar satisfecho al objetante; y más si la cuestión no es clara de por sí.

Pues, si tan difícil es redargüir, ¿qué no será el resolver satisfactoriamente problemas *enteramente nuevos* como los que Vd. ahora me propone, y cuya *no inmediata resolución en un determinado sentido* daría lugar á objeciones formidables? Vd.

no objeta; verdad: enuncia problemas solamente; pero, si yo no despejase bien las incógnitas, mi Memoria correría peligro no muy leve.

No me pesa, pues, de acrisolar los fundamentos del trabajo mío en las observaciones de Vd. Las ideas ganan con la contradicción; pero ¿me será dado salir airoso del empeño en que Vd. me compromete? Voluntad no ha de faltarme; y más invocando Vd. el amor que profeso á esa localidad.

Así, pues, *fácilmente* me acuden las ideas con que he de contestar al morrocotudo CUESTIONARIO que Vd. me envía; pero creo *muy difícil* responder bien á él. Y, sobre todo, me espanta (esta es la palabra) la enormidad del trabajo que el satisfacer los interrogatorios,—siquiera sea medianamente,—ha de exigir.

De gran número de pliegos constará por tanto mi contestación; pero, pues que ya me es dado escribir largo y tendido *con mi aun manca mano*, prepárese Vd. á recibir un cartapacio enorme en respuesta á su interrogatorio nada diminutó.

Pero, antes de entrar en materia, y de una vez para siempre, he de manifestarle que, si hace cinco años faltaba á mi Memoria la inquebrantable base de una topografía detalladísima, hoy esa falta tiene que ser mucho mayor, y la deficiencia más evidente todavía. Entonces, aun apoyándome en los datos conocidos de Tofiño, del Piles y de El Instituto geográfico, me encontraba muchas veces en el vacío, porque las sondas y los perfiles observados *personalmente* por Vd., por nuestros buenos amigos y mejores gaditanos Soulé y Lavalle, y por mí mismo, no estaban ya conformes con los trabajos ejecutados por entidades de tanta respetabilidad. Recuerde Vd. que en nuestra última expedición nocturna en 1881 quedamos varados frente por frente de El Vicario en sitio donde los planos del Piles marcan 3 metros 2 decímetros de profundidad; ¡y nuestra lanchita de vapor calaba solamente cuatro palmos! Re-

cuerde Vd. igualmente que, cuando preguntábamos á personas, habituadas á la navegación por el Sancti Petri acerca de los nombres de las Salinas y de su situación &c., solían respondernos con datos tan discordantes de los recibidos por otros conductos, que era cosa de desesperarnos. Pues bien, si hace 5 años no había base de perfecta confianza, ¿qué fundamento irrebatible podré yo tener ahora para la resolución de los problemas que Vd. se sirve proponerme?

Que cuando el Instituto geográfico levantó, hace 20 años, el plano del Sancti Petri, tenía la cuenca 600 hectáreas, es cosa incuestionable; que hoy no las conserve, es ya más que probable. Que, siendo entonces de 21 millones$^{m^3}$ la cabida de El Río á marea muy alta, no es razón para afirmar que hoy también lo sea; &c., &c.; y, por tanto, (lo repito de ahora y para siempre) la parte cuantitativa de mis argumentos ha de ser *en todo caso* estimada por Vd. como *necesariamente* sujeta á corrección; y, por lo mismo, su valor dialéctico no ha de pasar del de una razonable aproximación; tal vez muy atendible; y á veces muy cercana á la verdad. Por otro lado: ¿quién sabe ahora cuáles ni cuántos son los caños, canales y canalillos que antes comunicaban entre sí y actualmente están obstruídos y cerrados?

Ni para *defenderse* ni para *agredir* tiene ahora nadie datos; y cualquier proyecto de limpias que se adopte, requiere por fuerza, para ser aquilatado científicamente; que el gobierno mande levantar *de un modo muy expeditivo* la topografía exacta de esa región salinera; porque, sin tal topografía, todo será aproximaciones: nada irrefutable.

Por fortuna, en este asunto de las limpias hay mucho de *luz natural* (como dicen graciosamente nuestras gaditanas); mucho de tino práctico; mucho de experimental; y, por consiguiente, mucho en que cabe una solución ACERTADISIMA, aun cuando resulten equivocados los datos cuantitativos; aun cuando no se conozcan con exactitud las formas verdaderas de los recipientes; y, en fin, aun cuando no haya datos de ninguna clase, que es todo lo que se puede ponderar.

Si yo tuviera dinero, me gastaría inmediatamente lo necesario para el levantamiento de los planos; ¡tanto es mi interés por Cádiz!; pero, no teniéndolo, creo mejor sugerir soluciones racionales, que permanecer en silencio, por no poder demostrarlas de una manera inatacable.

Y dicho esto (que suplico á Vd. no olvide para no agigantar fuera de medida mis palabras) entro desde luego en materia.

I.

Pregunta Vd. textualmente:

"Los sistemas de limpia propuestos por los Sres. Crespo y Almeyda son objecionables en lo cuantitativo; pero ¿qué deberíamos pensar de uno y de otro proyecto, si las objeciones cuantitativas desapareciesen?"

"Por ejemplo; es indudable que por los 5 actuales ojos del Zuazo no cabe llenar en una sola marea el Vaso del Santi Petri, si se cierra El Rio por la Punta de la Cruz, como quisiera el Sr. Crespo; ¿pero qué valor tendría el proyecto de este Ingeniero si se hiciese desaparecer todo el estorbo del Zuazo; (cerrándose siempre por supuesto la Punta do la Cruz)?"

"Otro ejemplo: ¿qué valor tendría el proyecto del Sr. Almeyda, si lo que este Ingeniero llama *Auxilio* se convirtiese en el *Agente principal* de las limpias?"

Respuesta:

En primer lugar, quiere Vd. saber lo que deberíamos pensar de los proyectos Crespo y Almeyda, si las objeciones cuantitativas desapareciesen? Pues si estas objeciones desapareciesen, los proyectos no serían ya los proyectos Crespo y Almeyda, que conozco; sino otros proyectos enteramente nuevos: los proyectos Viniegra, por ejemplo, ó de quien quiera que los prohijara reformándolos, esto es, presentándolos de modo que resultaran invulnerables á los números.

Sea.

Vd., mi buen amigo, ha formulado dos proyectos enteramente nuevos, llevando hasta sus últimas consecuencias lo que debieron ser los proyectos de los dos eminentes ingenieros precitados.

Pero, (como desde luego Vd. echará de ver) necesito hacerme cargo separadamente de los dos extremos que abarca su primera pregunta.

Voy, pues, á discutir ahora el que llamaré, para que podamos entendernos,

PROYECTO CRESPO REFORMADO.

Pero, antes he de manifestar á Vd. que me causa muchísima pena el haber de ocuparme en asunto que se roza con una personalidad por quien siento especial predilección. Creo que nadie ha hecho por ese Departamento tanto como este Ingeniero, al apartar á la Marina de la derrochadora manía del dragado; consiguiendo, al fin, por su justa influencia científica, dirigir la atención de los entendidos en materia de puertos hácia las fuerzas naturales residentes en las mareas, y manifestando cuánto partido puede sacarse de su empleo.—Sí: el Sr. Crespo ha logrado una cosa antes imposible; y es que hoy haya oídos dispuestos á escuchar á cuantos propongan recursos diferentes del dragado; ¡ejemplo antes nunca visto!

Juzgue Vd., pues, amigo Viniegra, cuánto pesar he de sentir al emitir mi juicio, siempre contrario, nó al *empleo* de la fuerza de las mareas, sino al MODO de emplearla que patrocina el Sr. Crespo; y, si lo hago, es porque así lo exige la evidencia de lo que percibo como innegable verdad. *Amicus Plato;... sed magis amica Veritas.* Quizá nunca pueda esto repetirse con tanta razón como ahora.

No sé por qué razón yo quisiera que en Crespo no se verificara la condición del Progreso; que es acertar en una cosa, y nó en la inmediata; pues solo así se comprende que, *siempre y en todo el mundo,* á una mejora sucede otra mejora, y á ésta siga luego un perfeccionamiento, y tras este venga otro y luego otro, y miles y miles en serie indefinida; lo que no podría ser, si la invención primaria hubiera sido inmejorable.

El progreso entraña imperfección en los primeros pasos dados. Al arcabuz de mecha siguió el fusil de chispa; á éste el de pistón; luego vino el Minié, tras éste el Remington;.., pero, ¡gracias sin fin sean dadas por los hombres de los proyectiles á quien primero tuvo la idea de recurrir, para lanzarlos hasta

grandísimas distancias, á la fuerza expansiva de los gases de la pólvora! ¿Podrían navegar hoy los velocísimos vapores de las líneas transatlánticas con los primitivos mecanismos que ideó Watt, el inmortal inventor de la máquina de vapor?

Es rara coincidencia la de que Vd. me haya presentado respecto del plan Crespo el mismo problema que me han propuesto muchas otras personas curiosas de la solución. Con especialidad recuerdo que en discusión interesante (muy deferente para mí) me lo propuso, á fines de 1881 en el Ministerio de Marina, el Brigadier Ingeniero de la Armada (hoy retirado) señor D. Tomás Talleric; quien me dijo casi textualmente: "*Benot, al ocurrírsele á Vd. ensanchar el abra del Zuazo, ampliándola hasta* 100 *metros, ha hecho Vd. bueno el proyecto de Don Manuel Crespo.*"

Hay, sin embargo, esta diferencia, que Vd. nunca ha creído bueno el tal proyecto; mientras que muchos otros han considerado, y siguen considerando aún, que el plan quedaría libre de su reparo más formidable (*que es el de no poderse llenar* en las seis horas de marea *el cauce del Sancti Petri por el abra actual* de los cinco ojos, igual solo á 38 *metros*), si se echasen abajo los dos macizos centrales del Zuazo y se rebajase además la escollera hasta 3 metros por debajo de la línea de la más escorada bajamar.

Pero esto es solo un accidente.

El tendon de Aquiles, es decir, lo *vulnerable* del plan Crespo, (*que es el aterramiento seguro, inexcusable, ineludible del cauce de todo El Río*) subsistiría *siempre*, aún cuando el vaso se llenara *completamente* por el Zuazo (supuesta un abra suficiente) en las seis horas de marea. Y no solo subsistiría, sino con circunstancias agravantes.

Sí. El aterramiento seguro del Sancti Petri y la muerte del Arsenal enseguida; y, poco después, el terraplenamiento de las ensenadas del Arillo y de Puerto Real; y, *sin tardar nada*,

la unión de Puntales á Matagorda, y *en el acto* la muerte de la Bahía Gaditana;... ésto, ésto, la MUERTE, es el argumento que hay que hacer resaltar, y hacer ver, y evidenciar como la luz por cuantos medios sugiera el patriotismo: eso, eso, y eso solo lo que hay que redargüir contra el plan seduciente del Sr. Crespo: y, *á ser necesario,* dígase de una vez y sin ambajes ni rodeos, que lo que propone el Sr. Crespo es el suicidio contra la muerte: el suicidio con premeditación y calculando fríamente efímeras ventajas, como remedio á una muerte tenida por irremediable, aunque nunca esperada para plazo tan apremiante y perentorio.

La cosa es clara de toda claridad.

Si por un abra de 38ᵐ entrará poca agua, también entrará poco fango; pues las erosiones de fangos por delante del Arsenal serán pocas; y, de consiguiente, tardará cierto número de años en cegarse el Canal de Sancti Petri: pero si el abra es de 100ᵐ y profunda, de modo que pueda llenarse todo el cauce en seis horas, las erosiones serán muy poderosas (especialmente en los principios; es decir, mientras no se terraplene el cauce, *y quepa en él* mucha agua): pero, si son poderosas, entonces entrará en el cauce MUCHO fango, y el aterramiento total será mas PRONTO: será BREVÍSIMO. Este es el nervio de la argumentación contra el plán Crespo. Y será siempre *base* inquebrantable de argumentación, el *hecho repetido* siempre, COMPROBADO y jamás desmentido de que no hay *saco* de marea que sin corrientes de limpia no se ciegue *irremisiblemente y presto.*

El distinguido Ingeniero quiere convertir el Sancti Petri en un *callejón sin salida*; y es evidente que, mientras más agua entre en el *cul-de-sac,* más pronto se verificará la terraplenación, pues muchísimo más fango entrará.

Así, pues, el argumento de ensanchar el abra hasta 100ᵐ profundizándola además cuanto corresponda, es contraproducente como pocas veces se puede encontrar en polémica ninguna. Quita una objeción de detalle (la de la imposibilidad de llenarse en seis horas el cauce; pero agiganta inmensamente la

objeción principal y DE ESENCIA: la de acelerar la MUERTE POR SUICIDIO VOLUNTARIO.

Créame, amigo Viniegra. No hay nadie, nadie, nadie que, sabiendo algo de puertos de marea, pueda negar que un saco sin salida y sin marismas se ciega. Y, como nadie ha de negar esto, es evidente que se corre mayor peligro, mientras más poderosa sea la entrada de fangos en el cauce.

Y tan cierto es lo que digo, que el mismo D. Manuel Crespo confiesa que su plan entraña la terraplenación del Sancti Petri.

Librar, pues, al proyecto de su objeción cuantitativa, es empeorarlo de un modo colosal.

Y vamos ahora al que llamaremos

PLAN ALMEYDA REFORMADO.

¿Qué sucedería si el *Auxilio* se convirtiera en *agente principal?* ¿Si el motor secundario fuera el primario?

Pero, antes tiene que hacerse uno cargo de otro problema. ¿Puede llenarse el Sancti Petri en una sola marea por el puente de ojos y compuertas que quiere establecer el Sr. Almeyda en la Punta de la Cruz?—Indudablemente.—Pero, cerradas dichas compuertas, ¿podrá vaciarse por los actuales 5 ojos del Zuazo?—Nunca. Los cálculos hechos respecto del plan Crespo son aquí enteramente aplicables *à contrario sensu.*

Así, pues, para que lo que es *Auxilio* en el proyecto primitivo del Sr. Almeyda resulte *motor principal* en el *plan reformado,* es necesario derribar préviamente los macizos centrales del Zuazo y profundizar convenientemente la escollera; todo en modo análogo á lo dicho respecto del plan Crespo.

Pero esto en el nuevo problema es meramente un detalle. Supongamos, pues, preparado el Zuazo convenientemente, y discutamos la reforma en tal suposición.

Si el Sr. Almeyda hubiera propuesto el ensanche del abra

del Zuazo hasta obtener verticalmente una superficie de desagüe igual á unos 300 metros cuadrados, su plan resultaría irreprochable en cuanto á números, porque los números carecerían en tal supuesto de importancia.

Entonces lo que este Ingeniero llama *Auxilio* sería lo importante y *principal;* y lo que el entendido autor juzga *capital (que es el funcionamiento de las salinas)* sería solo un *accidente*: (adecuado sin duda para la limpia de los cargaderos y de los caños secundarios).

El Sr. Almeyda, pues, ensanchando el abra del Zuazo, se habría hecho dueño de una fuerza *colosal,* cual lo es la almacenable en el cauce del Sancti Petri, y habría utilizado apropiadamente (aunque de un modo algo complicado por exigir el concurso y la buena voluntad de los salineros) una fuerza sin duda aprovechable aunque no de muchísima importancia, cual lo es la que durante 6 meses cada año pudiera derivarse del agua represada en las salinas. Sin duda el sagaz ingeniero no ha visto todo el partido que puede sacarse de lo que él llama *Auxilio;* y, por no haberlo visto, su sistema es objeccionable en los aludidos pormenores: pero si, habiendo hecho lo que no ha hecho, quedarían á salvo los *pormenores,* resultaría en todo caso el nuevo plan de muy funestas consecuencias; nó precisamente para el caño del Arsenal; pero sí para toda la bahía Gaditana; porque entonces, *muy pronto,* con los fangos que poderosamente lanzaría hácia Cádiz la inmensa fuerza del agua represada en todo el cauce del Sancti Petri, se terraplenarían indefectiblemente y muy pronto las ensenadas del Arillo y de Puerto Real.

Recuerde Vd., amigo Viniegra, que irían á bahía, no solo los barros del caño del Arsenal y los de los cargaderos, sino también los fangos del hoy repleto cauce, que actualmente constituyen una mole inmensa; todos los cuales se esparcirían á un lado y otro de la Canal de Puntales, que entonces con más razón se formaría. Puntales y Matagorda no se soldarían como con el plan Crespo: pero muy pronto el Sancti Petri llegaría desde la barra del Castillo en el Atlántico hasta el Castillo de Puntales en la bahía.

Bien lo sabe Vd., y bien me consta su convicción de ser funesto todo sistema de limpia que haga viajar *permanentemente* los fangos desde los caños hácia la bahía.

Por consiguiente el plan Almeyda, *reformado,* limpiaría el caño del Arsenal, (y lo limpiaría enérgicamente y muy pronto); pero, al cabo, sería funesto, funestísimo; porque acabaría con la bahía, principiando por las ensenadas del Arillo y de Puerto Real, cuya inmensa extensión, hoy anegable, quedaría muy en breve reducida á una estrechísima canal, prolongación de la actual del Sancti Petri.

No hay remedio. Las ensenadas de Puerto Real y del Río Arillo, se cegarían inevitablemente y mucho más pronto de lo que hayan de tardar en cegarse, no acudiendo pronto con remedios enérgicos, muy enérgicos; y, entonces, el sin razón llamado Río de Sancti Petri empezaría en el Castillo de este nombre y acabaría en Puntales, porque á derecha ó izquierda de la canal todo se terraplenaría. Todo, menos la canal, que subsistiría durante mucho tiempo aún.

Así, pues, el proyecto del Sr. Almeyda, reformado como Vd. dice, empeoraría el pensamiento del autor: sería muy enérgico en un principio, pero poco después no habría bahía.

Resumo, pues:

1.º En el sistema Crespo, no podrá llenarse el cauce de El Río Sancti Petri sin dar al Zuazo un abra vertical de unos 300 metros cuadrados.

En el sistema Almeyda podrá llenarse por el puente de ojos de la Punta de la Cruz, pero no vaciarse por el actual Zuazo.

2.º Supuesta un abra vertical en el Zuazo de unos 300 metros cuadrados, resultará que por el sistema Crespo reformado la terraplenación de todo el cauce del caño del Arsenal, de las ensenadas del Arillo y de Puerto Real, y la unión de Puntales á Matagorda serán calamidades eslabonadas y seguras: y por el sistema Almeyda reformado será inmediata la terraplenación de las ensenadas del Arillo y de Puerto Real, así como la prolongación del brazo de mar del Sancti Petri hasta la entrada de Puntales y Matagorda.

II.

La segunda pregunta de su *cuestionario* de Vd. es como sigue:

¿Está ensayado en alguna parte el sistema de limpias semi-torrenciales? Caso de estarlo ¿puede Vd. decirme las localidades en que ha tenido empleo? ¿Cuál ha sido el éxito obtenido?

Verdaderamente que no sé cómo contestar á Vd., Sr. Don Salvador. "¿Está ensayado el sistema de limpias semi-torrenciales?"

Si le respondo á Vd. que sí, responderé diciendo la verdad. Y si le respondo que NO, diré también verdad.

¿Cómo?

Me explicaré algo más:

Las *corrientes naturales de limpias por marismas* constituyen *en todo rigor* verdaderos sistemas de limpias *algo* torrenciales; y su éxito está tan probado que *constantemente y sin excepción,* donde quiera que la industria cerca las marismas para utilizarlas, no tardan nada los puertos en cegarse. Luego si el sistema *algo* torrencial es de éxito probado, con mayor razón debo decir que ha de serlo el sistema semi-torrencial. ¿Está, pues, ensayado ese sistema? — Sí.—Pero ¿dónde?—Donde quiera que las marismas mantienen el calado de los grandes puertos Oceánicos de ámplias mareas.

Yo creo que esta contestación afirmativa es concluyente cuanto una cosa de experiencia puede serlo.

Pero sé también que la pregunta de Vd. tiene mucho más alcance; y que Vd. lo que desea saber es lo siguiente: "¿Se ha ensayado el sistema de limpias semi-torrenciales en puertos Oceánicos *ya terraplenados préviamente* por falta de marismas?"

Formulada así la pregunta, he de responder categóricamente que No.

Y así ha debido ser por precisión.

Yo tengo para mí que el sistema semi-torrencial no se ha ensayado en ninguna parte, ni podrá, á mi entender, ensayarse nunca sino en Cádiz ó en Ayamonte, ó en alguna otra localidad de muy análogas condiciones, porque en ninguna otra parte se dispone de recipientes reversibles de 600 hectáreas ó más.

Sin embargo, lo análogo, nó lo idéntico, se ha ensayado con el mayor éxito en la barra del Mississipí.

El cauce de este inmenso río era cerca de Nueva Orleans anchísimo, y en verano casi ninguna su profundidad. El famoso Ingeniero Mr. Eads, para dársela, no hizo más que reducir ese ancho enorme á proporciones relativamente exíguas; por manera que, obligada á desaguar la misma cantidad de agua por menor anchura, tuvo que pasar con mayor velocidad; y, en cuanto hubo *velocidad de erosión*, el cauce se ahondó hasta 27 piés, (creo) en menos de año y medio, desde 3 piés ó 4 que antes había en el estiaje.

Pero lo análogo no es lo idéntico, oigo ya decir á Vd.— Verdad, le contesto.—Que yo sepa, no hay experimentos prévios de que por un sistema de limpias semi-torrenciales se haya limpiado un puerto ya obstruído.

Y bien ¿y qué? Lo nuevo se plantea, nó porque haya experimentos anteriores, (pues si los hubiera, no sería nuevo, y perdone Vd. la Perogrullada), sino porque haya motivos racionalmente probables para su adopción, fundados en inducciones verdaderamente científicas.

Respecto del Caño de la Carraca es de sentido común, y *de luz natural*, que habrá *velocidad de erosión*, en cuanto se haya de llenar el cauce del Sancti Petri en menos de las seis horas de marea por delante del Arsenal.

A quien VEA, no podrá quedarle duda de que, si en virtud de un sistema cualquiera conveniente se hace pasar por delante del Arsenal hácia el Castillo *con velocidad de erosión*, toda el agua necesaria para llenar el extensísimo cauce del Sancti Petri, SIN REMEDIO Y NECESARIAMENTE, el Caño del Arsenal tendrá fondo muy pronto; y si el sistema no se suspende, lo con-

servará para siempre. Y esto será así, aun cuando estén *equivocados, y aun cuando sean muy inexactos los planos* tenidos á la vista. Si la cabida del cauce es mayor de la calculada, tanto más seguro el éxito: si es menor, aun cuando fuera la mitad, ó el tercio,.... siempre habría más que bastante, para obtener la velocidad erosiva; que, como Vd. recordará, no es considerable tratándose de fangos.

Ya he dicho á Vd. que en mis contestaciones, no ha de ver exactitud enteramente matemática, porque, por desgracia, no sirve de base á mi Memoria una TOPOGRAFÍA exacta. Y hé aquí por qué la PARA MÍ preferente variante, que es la de las limpias sosegadas desde el Arsenal hácia el Castillo, CARECE de aquel fundamento irrebatible que cálculos minuciosos hechos sobre buenos planos (de que todos carecemos) llevarían al ánimo la convicción más profunda: sin embargo de lo cual, los datos que poseemos son de tal índole que con ellos puede llegarse á soluciones más ó ménos exactas, pero siempre admisibles, por ser á veces casi coincidentes con la realidad.

En verdad, nuestra falta de datos no es tanta que pueda amenguar sustancialmente la claridad de la intuición científica. Si, en virtud de adecuados procedimientos, pasa por delante del Arsenal muchísima más agua que ahora en el mismo tiempo, correrá por fuerza con más velocidad que actualmente. Pues, si corre con mucha más velocidad, raerá los fondos. Esto es de sentido comun.

Y tan de evidencia es lo que afirmo, que seguramente á esa claridad debió de haber obtenido su aprobación el proyecto del Sr. D. Manuel Crespo. Indudablemente la Junta de exámen hubo de aprobarlo, porque le pareció que no necesitaba discutirse, el que, habiendo de llenarse el gran *cul-de-sac* (ya cerrado el cauce junto al Castillo) por la sola boca del Arsenal, pasaría sin remedio más agua que ahora por delante de los diques en el mismo tiempo; y, por tanto, que correría *con velocidad erosiva*. Yo no he hablado con nadie respecto al particular; pero esta suposición mía debe confundirse con la realidad misma de lo que pasára; pues la aprobación nó recayó sobre cálculos nin-

gunos; que, si se hubiesen exigido números, claro es que alguien habría echado de ver que por un abra de 38^{m2} no se llena en 6 horas un recipiente de 600 hectáreas, á la altura de cerca de 4 metros. Ante la Junta de exámen, pues, se expondría el plan del Sr. Crespo, y todo el mundo diría: "Pues, claro: esto ni se discute siquiera": "si un recipiente que se llena por dos bocas, se ha de llenar solo por una, obvio es que, para que tal suceda, ha de entrar el agua por la una boca con mayor velocidad." Así, pues, el plan Crespo *hubo de aprobarse por intuición, no por exámen* cuantitativo y numérico; y, si al Sr. Crespo se le hubiera ocurrido, como decía el Brigadier Tallerie, ensanchar y rebajar el Zuazo para dar á las aguas entrada suficiente, el argumento de la Junta de exámen no tendría más réplica, que el demostrar la existencia de otros remedios muy distintos del suicidio contra una enfermedad que no es de muerte necesaria. Pero, admitido que un lento y calculado suicidio proporcionase alivio temporal contra la muerte, como el mismo Sr. Crespo lo confiesa, y como la Junta de exámen lo admitiría, es indudable que el plan Crespo se aceptó por hombres competentísimos solo EN VIRTUD DE SER DE TODA EVIDENCIA Y DE LUZ NATURAL, como ahí dicen, que habrá velocidad de erosión en cuanto se haga por cualquier procedimiento pasar mucha más agua que ahora por delante de los diques. Juzgo, pues, *de evidencia* el sistema de erosiones suaves: el ejemplo de la barra del Mississipí lo comprueba; y, aunque el caso no aparezca idéntico, sería muy fácil demostrar que es muy análogo, y que puede muy científicamente invocarse en favor del sistema de erosiones sosegadas. Yo creo en ello una solución segurísima, eficaz y de toda confianza, llenando siempre el vaso por la boca del Arsenal y vaciándolo siempre por la boca del Castillo.

Los números del cuaderno XVIII me parecen tan convincentes, que después de la idea intuitiva (la cual es el todo para mí) los juzgo de un peso dialéctico colosal; pero, si todavía hubiera quien no se convenciese, solo me quedaría que decir:

E pur si muove.

Y, si yo pudiera dudar, que no dudo, me convencería el resúmen que Vd. me expuso de las ventájas del sistema de erosiones tranquilas en una de sus cartas anteriores, que recuerdo muy bien, porque me causó gran alegría que Vd. también lo estimara como el mejor. Podrá haber en él mucho de imprevisto, por falta de planos; especialmente á causa de los recodos, serpenteos y bajos fondos del canal de Sancti Petri desde el Zuazo hasta rebasar el delta de El Vicario; pero, por lo mismo que no habrá violencias, será de facilísimo remedio cualquier imprevisto, y de pronta rectificación ó modificaciones. ¿Qué es, pues, lo que falta en mi Memoria respecto al sistema semi-torrencial? Determinar cuántos y cuales son los caños secundarios por donde actualmente el agua represada pudiera escaparse. Pero ¿esta indeterminación puede invalidar en algo la esencia del sistema de limpias no del todo torrenciales? Esa será una dificultad, y grande, para formar un presupuesto definitivo, y suministrará un nuevo argumento muy poderoso en favor del levantamiento inmediato de planos *ad hoc* en que conste todo lo actual; pero el alcance de la objeción no pasa de ahí, pues carece de *plus ultra*.

III.

Pregunta de Vd.:

¿No es para alarmar la inmensidad de las fuerzas acumulables en el Sancti Petri, torrencialmente empleadas?

Respuesta mia:

Para alarmar *nó*: para manejarlas con sumo discernimiento, *sí*.

Por de pronto: en los principios no habría nada que temer; lo cual aparece paradógico. La represa en el primer período—en el torrencial,—no se abriría sino á marea muy baja, es decir, cuando están en seco los bordes superiores de los cantiles, hasta los cuales no podrían ascender las aguas torrenciales.

Suponiendo, pues, que las aguas de la represa rellenasen algo los caños, y que el nivel de marea se elevase algunos decímetros al desatarse el torrente, las aguas en ningún caso llegarían hasta los bordes superiores; y, por tanto, serían respetadas las cercas y los cimientos de las obras levantadas sobre esos bordes, que supongo en seco á marea baja.

Pero es que no todos los bordes quedan en seco, me dirá Vd.: por ejemplo los muelles del Arsenal.

Perfectamente, verdad. Y bien ¿y qué? La corriente torrencial tendrá su fuerza máxima en el centro del Caño del Arsenal y allí será donde será mayor la degradación: enorme sin duda ninguna; pero nunca la fuerza será tanta, que solo resbalando por los muros de los muelles pueda arrebatarlos: se llevará sí, lo que sea embestido de frente (como el puente del ferrocarril, si la presa se suelta desde el Zuazo hácia el Arsenal); pero nó lo que la corriente lama, por tremendo que su ímpetu fuere. Pues qué! ¿no ha visto Vd en Cádiz ondas de traslación (no olas) lamer los lienzos de muralla con la velocidad de un caballo á escape, sin detrimento ninguno de las obras?

Lo que hay que prever es el caso en que el fondo fuese ahondando tanto, que hácia él pudieran deslizarse los terrenos en que estuviesen apoyados los cimientos.

Con efecto:

Si las corrientes torrenciales profundizasen tanto los fangos que produjeran exagerados socavones, más profundos todavía que la base de los cimientos de las obras contiguas, entonces las tierras sobre que se levantáran las murallas se irían hácia las escavaciones inmediatas por la accion de su propia gravedad; y las obras, (muelles, &c.) se hundirían por completo. El muelle del Paradis, en Calais, quedó así colgado, porque el terreno que sustentaba sus cimientos se corrió hácia los socavones hechos por las aguas torrenciales.

En el caso de la Carraca solo habría que cuidar de que el fondo no excediese del que había cuando los cimientos se asentaron; que, en deteniéndose ahí, nada habría que temer.

De lo que habría siempre que cuidar bastante, sería de

guiar las aguas torrenciales, porque éstas en su furiosa carrera no siguen exactamente el lecho, *ni lo pueden nunca seguir*, por no ser éste nunca homogéneos; y, por tanto, las aguas se llevan los fangos de los puntos menos resistentes con más facilidad que los de los puntos que resultan algo más tenaces, sea por lo que fuere, á veces por lo más insignificante del mundo al parecer: una piedra enterrada, un madero, un lingote, &c.

Pero, para quitar todo temor de que las aguas torrenciales arrastren las mamposterías *entre las cuales* corran furiosamente, laméndolas y llevándose lo que esté en contacto con ellas, basta considerar que en todas partes las *chasses* se dirigen por medio de *guideaux*.

Los *guideaux* consisten en unas balsas robustísimas, cuyos tableros son susceptibles de quedar provisionalmente trabados entre sí: cerca de uno de los lados más largos de cada balsa se levantan dos enormes vigas perpendicularmente al plano de la misma: á marea llena se conducen los *guideaux* á donde deban luego funcionar, y se amarran y traban poderosamente entre sí en línea recta: cuando empieza á bajar la marea el extremo inferior de las vigas toca en el fondo: las balsas se inclinan; y el conjunto de ellas—en número de 40 ó 50 por banda—forma un canal provisional por dentro del cual van guiadas las aguas torrenciales á embestir el obstáculo que deban despejar.

Pues bien, jamás las aguas torrenciales, se llevan el canal ó callejon provisional formado por las balsas y por dentro de las cuales corren; siendo indudable que esas balsas quedarían irremisiblemente destruídas en muy breves momentos si la corriente torrencial las embistiera de frente.

El período torrencial, discretamente entendido, no és, pues, temible en modo alguno. Menos de fiar me parece una caldera de vapor.

El Caño de la Carraca está muy defendido con muelles, diques &c., por el lado del Arsenal (que és el que mira á Poniente); pero la orilla opuesta no lo está. Dejadas las corrientes á su amor, muy pronto harían brecha en el cantil frontero al Arsenal; y el régimen de El Río no tardaría en variar, como no fueran bien guiadas y dirigidas las corrientes.

Considero innecesario entrar en pormenores: á mí no me incumbe hablar del cómo se ha de manejar el caballo, sino de proporcionar caballo. Lo que nos interesa á todos es la adquisición de una fuerza formidable; que el modo de esclavizarla correrá luego á cargo de los hombres de la Ingeniería, sin duda más competentes que nosotros.

Unicamente nos toca decir: "tengan Vds. cuidado con el animal, y no lo dejen correr ni trabajar sin inspección contínua de lo que hace: mirénse Vds. en el espejo del Paradis y en otros varios. Pero vean y admiren los magníficos resultados que dá esa fuerza donde quiera que se la hace trabajar como es debido."

Si en otras partes ha habido descuidos ¿cómo no temer que los haya aquí?

Pero ¿peligro sério? No creo que lo haya.

IV.

¿Por qué no ha de ser más ancha y ménos profunda el abra del Zuazo? viene á ser la pregunta IV del Cuestionario.

Comprendo muy bien que la cuestión de economía es lo que mueve á Vd. á proponerme el problema. Cádiz está hoy empobrecido y es de gran importancia la cuestión económica.

Indudablemente cabe calcular abras más anchas y ménos profundas por donde pase el agua necesaria para llenar el cauce del Sancti Petri en las 6 horas de marea. Indudablemente también los pesos de las represas, necesarios para que éstas no resbalen ni volteen serían mucho menores. El gasto resultaría *tal vez* más llevadero (no he hecho el cálculo); pero la cuestión de economía me parece en el caso actual enteramente despreciable, porque debe quedar subordinada á consideraciones de otro género, en cuya virtud la profundidad de las compuertas no puede disminuir.

Cádiz es y debe ser un puerto militar de primer órden; y

su importancia estratégica exige que á cualquier hora de la marea puedan salir y entrar impunemente los torpederos por la barra del Castillo de Sancti Petri. Y, si ésta no fuera mi opinión, ó yo dudase, tendría que hacer abstracción de mi sentir ó de mi indecisión, porque los Jefes de la Armada reclaman que en la limpia se tengan en consideración las exigencias de carácter militar. Unánimemente exigían esa profundidad de 3^m los Generales que mandaban en ese Departamento en 1881, con quienes tuve el honor de conferenciar, en Agosto de aquel año, sobre tan interesante punto. Así, pues, esa profundidad es indispensable; y, si se demostrára con cálculos dignos de crédito que tal solución resultaba algo más cara, siempre la mayor cuantía del costo quedaría más que compensada con la ventaja táctica obtenida.

Considere Cádiz que una flota enemiga puede bombardear la ciudad *efectivamente* desde 8000 á 10000^m de distancia, y se verá la absoluta necesidad de que el Sancti Petri tenga fondo para el paso de nuestros buques de defensa. Aun cuando costase muy mucho rebajar la escollera, y las obras y aparatos consecuencias de ello, muchísimo más costaría el haber de reparar 500 ó 600 fincas que fuesen destruídas ó deterioradas en un bombardeo.

Y hé aquí por qué, por ser Cádiz un *puerto militar* de primer órden cuya defensa interesa á toda la Nación, debe el Estado concurrir á la limpia de la bahía, y á todas cuantas obras sean necesarias para facilitar el movimiento de los barcos de guerra, especialmente hoy de los torpederos: y hé aquí también por qué nunca será de verdaderos hombres de Estado el arrendar á una compañía (alemana por ejemplo) el Arsenal de un puerto militar de tantísima importancia.

Los arsenales militares no se pueden arrendar, porque tales establecimientos son fortificaciones marítimas; lo cual no significa que la industria particular no provea de materiales á la Marina de guerra, y hasta construya en grande cuanto sea necesario para las atenciones de la misma.

Creo, pues, que el fondo de 3 metros bajo la línea de la

más escorada bajamar del año, no puede ni debe disminuir.— Lo repito: la mayor cuantía del gasto, si cálculos exactos la evidenciasen, resultaría en todo caso más que compensada por el aumento de las condiciones estratégicas de esa estensa zona militar.

V.

El quinto interrogatorio de Vd. es como sigue:

"¿Puede, por causa de utilidad pública ser expropiado un puente de ferrocarril? En caso afirmativo, ¿con qué requisitos?"

Ya veo que con Vd. no sirve el esquivar el bulto. En la Memoria que tiene Vd. en su poder bien habrá observado que cuando la escribí no juzgué de oportunidad el manifestar mi parecer sobre esta cuestión, ni aun en términos muy generales; pero, ya que Vd. en saberlo se empeña, diré á Vd. sin rodeos mi sentir.

Todo puente de ferrocarril puede ser expropiado, siempre que para la ejecución de una obra de utilidad pública sea necesario ocuparlo ó destruirlo.

Ni el art. 10 de la Constitución, ni la vigente ley de expropiaciones exceptúan ninguna clase de propiedad: antes bien consignan, como general precepto, que todo inmueble puede ser expropiado por causa de utilidad pública. Para los efectos de la ley son obras de utilidad pública "las que tengan por objeto directo proporcionar al Estado, á una ó más provincias ó á uno ó más pueblos, cualesquiera usos ó mejoras que cedan en bien general, ya sean ejecutadas por cuenta del Estado, de las provincias ó de los pueblos, ya por Compañías ó Empresas particulares debidamente autorizados."

Con esto, en rigor, queda satisfecha la parte primera del interrogatorio V; mas, como presumo que Vd. no me hace la pre-

gunta sino por lo que pueda relacionarse mi respuesta con el puente del ferrocarril que cruza el Caño del Arsenal, me creo en el deber de seguir en el uso de la palabra.

Si se declara de utilidad pública la limpia de los Caños de la Carraca, y la necesidad de ocupar el puente para la ejecución de la obra, es incuestionable el derecho de expropiarlo.

Mas, como según la Ley, el servicio de los caminos de hierro no puede interrumpirse, la expropiación habrá de hacerse en una de las dos formas siguientes:

1.º O bien señalando á la Compañía plazo para construir un nuevo puente y variar la línea con arreglo á dictámen facultativo; en cuyo caso el costo del nuevo puente será de quien se halle interesado en la limpia de los Caños;

2.º O bien construyendo el interesado á su costa nuevo puente y entregándolo á la Compañía, antes de hacerse cargo del expropiado.

Vea Vd. bien que en cualquiera de los dos casos, no podría ocuparse el puente antiguo sin haber provisto de uno nuevo á la Empresa del ferrocarril.

Advierto á Vd. que esta doctrina tiene un peso jurídico extraordinario, no por ser mía, sino por ser la que profesan dos jurisconsultos tan eminentes como D. Francisco Pi Margall y D. Telesforo Ojea.

Pero ¿á quién corresponde pagar el nuevo puente?

Esta pregunta no está en el cuestionario; pero precisamente por causa de ella me habrá Vd. interrogado.

Con que ¿á quién corresponde pagar?

La filosofía popular tiene un adagio que parece venir aquí como anillo al dedo: "*quien rompe paga.*" La indemnización corresponde, según el adagio, á quien haya originado el conflicto.

Y ¿quién lo ha originado? La falta de marismas y el estorbo de los puentes.

Pero los salineros dirán. "Nosotros cercamos nuestros terrenos, en virtud de permiso que se nos dió para ello: nuestra no es por tanto la responsabilidad, sino de quien autorizó."

Pero la Empresa dirá: "Mi línea es línea general votada en

Córtes; mía no es la responsabilidad, sino de quien me votó la concesión."

Y salineros y Compañía agregarán en afinado coro: "El conflicto no ha sido causado por nosotros solamente: tenemos cómplices con más ó ménos grados de responsabilidad: el arquitecto Marín que hizo el puente Zuazo y Felipe II que lo mandó hacer: los Generales que há siglos ordenaron echar á pique muchos buques en la bahía, y las autoridades que luego no los sacaron: y, sobre todo, las mismas mareas que por haber en el transcurso de los siglos levantado considerablemente las marismas, nos metieron en codicia de aprovecharlas,—á nosotros los salineros para fabricar excelente sal,—y á mí Empresa para arrimar á ellas los estribos de mis tres perjudiciales puentes. Por tanto, que á nuestros cómplices se exija responsabilidad si se exige de nosotros: no haya, pues, excenciones."

Por otro lado ¿pedirá San Fernando que la Marina reivindique su derecho á reconvertir *sin indemnización* en marismas las salinas, destruyendo de un golpe la cuantiosísima riqueza ya creada? ¿Hará Chiclana la misma solicitud? ¿Pretenderá Cádiz que le quiten ó interrumpan su ferrocarril? ¿Tiene cuenta á la Compañía que se cierre el Arsenal y se arruine el Departamento, por ser la vida de uno y de otro incompatibles con la existencia del puente? ¿Puede la Nación querer que desaparezca el puerto militar de Cádiz, que se haga imposible el tráfico de la bahía gaditana, y que concluya la floreciente industria de la sal?

¡Ah! querido amigo D. Salvador: en este conflicto *todos, todos* pueden ostentar razón incontrastable contra los demás y el triunfo de esa razón ser una general RUINA.

¿Tiene derecho una Empresa para atentar á la vida de una comarca?—Nó.—Pues afuera el ferrocarril.—¡RUINA!

Tienen derecho los salineros para inutilizar un Departamento marítimo?—Nó.—Pues anéguense los tajos.—¡RUINA!

Tiene derecho el Estado á perturbar las líneas férreas ni á aniquilar industrias florecientes, como la de la fabricación de la sal?—Nó.—Pues ciérrese el Arsenal.—¡RUINA!

Hacer todo el mal posible al enemigo era el derecho antiguo de la guerra. Hacer sólo el mal estrictamente preciso, es lo que quiere el derecho moderno: unirse todos para el bien común es lo que exige la gran solidaridad humana. Contribuir al bien de otros, es el medio mejor de hacerse uno bien á sí propio: el altruismo es quizá el mejor modo de egoismo en la actualidad. Quien quemara las cosechas del mundo, moriría de hambre: quien envenenara las fuentes todas, perecería de sed: el carcelero vive en la cárcel.

Los conflictos tremendos en que cada parte tiene razón contra las demás, solo se resuelve como quiere la moral humana; por el amor, la abnegación y la generosidad. Ello es que una calamidad inminente se cierne sobre la comarca gaditana: pues que todos unidos en fraternidad desinteresada, liberal, magnánima, y hasta sublime, se concierten para conjurar el peligro; y el peligro desaparecerá instantáneamente ante pequeño é insignificante sacrificio de cada cual. Unión y generosidad y abnegación es ahora el más conveniente de los egoismos; que á la Compañía del ferrocarril no le trae cuenta la ruína de Cádiz; ni á los salineros la de su industria; ni la del *Arsenal* á la Nación.

Y ya que estoy dejando correr la pluma fuera de las preguntas de su cuestionario, ¿quiere Vd. que yo le diga, mi querido amigo, una rareza que hace días anda *rondándome,* como Vd. dice graciosamente en su carta? Pues allá vá, si me promete Vd. no hacer aspavientos.

Hace días que me alegra el presente conflicto.

"Hombre! ¿se ha vuelto Vd. caníbal?" oigo ya que Vd. me dice.

No, Sr. de Viniegra: no me he vuelto caníbal; y, en prueba, oiga Vd. y me dará la razón.

Las ideas, como la electricidad estática, necesitan de frotación y movimiento para excitarse y brillar. (Esta preciosa comparación no es mía, sino de nuestro incomparable Arbolí: *suum cuique*). Pues la excitación pública,—JAMÁS EXALTADA EN CÁ-

DIZ COMO AHORA,—ha de traer un bien supremo á esa localidad: la utilización de las mareas.

Antes, dos minas inagotables de riqueza estaban ahí completamente perdidas y sin explotación: *las salinas y los movimientos del mar*. Por eso, como Vd. recordará muy bien, le he dicho muchas veces: "la Bahía Gaditana vale más que si fuera de oro."

Condescendencias temerarias ó imprevisiones inconcebibles (dado lo que entonces se sabía de puertos) autorizaron las concesiones de salinas, hoy terrible cofactor de la terraplenación de los Caños, y amenaza constante del ser de la Bahía Gaditana. Pero, COMO EL MAL TIENE REMEDIO en la utilización de las mareas, demos gracias á esas condescendencias y á tales imprevisiones, porque *en su virtud* tenemos ya aprovechado magníficamente un elemento de riqueza antes enteramente inútil: LAS MARISMAS.

Pero las salinas, juntamente con el ferrocarril, han traído la inutilización del Arsenal. Pues demos también gracias al conflicto; porque él hará que se aproveche la energía almacenable en el Sancti Petri. Y mire Vd. cómo una série lamentable de equivocaciones, nos habrá hecho utilizar dos cosas perdidas: las marismas y la fuerza del mar. Indudablemente asustan los avances hácia Puntales de la Punta Laclica—insignificante espigón en tiempos de Tofiño, hace ahora 100 años: pues alegrémonos de que, por nuestras imprudencias temerarias, haya avanzado tan atrevida y aceleradamente: porque esas irrupciones de la Punta podrán así utilizarse fácilmente en represar toda el agua que cabe en la hoy inútil ensenada del Arillo. Y ¿sabe Vd. que energía representa el agua represable en esa ensenada hoy sin empleo? ¡Pues no es cosa! ¡Nada ménos que la fuerza de 20 000 caballos-vapor!!!

Oh! Pena causa el considerar que Cádiz está pobre, cuando ahí nadie debiera ganar la vida con el sudor de sus fibras musculares, sino con las fuerzas de su inteligencia y la energía de su voluntad. *Trabajo de hombre* no debiera conocerse en esa localidad, donde todo podría ser *trabajo humano!* ¡Veinte mil

caballos-vapor hoy perdidos! Pues, por causa del conflicto de la Carraca, ¡veinte mil caballos-vapor tal vez pronto utilizados durante una y otra, y mil generaciones! ¿Lleva algo la luna por llenar y vaciar esa vasta bahía dos veces cada 24 horas? ¿Cuántas máquinas de vapór serían necesarias para igual tarea? Pues eso es lo que ahí está perdido y sin utilización! ¡Oh felicísimo conflicto, si se le debiese la esclavitud de las fuerzas de ese mar!

Detenerse ahora en la cuestión de maravedises, sería como pararse á recoger alfileres en una casa ardiendo.

El dilema es claro: ó PERECER Ó GASTAR.

Y ¿quiénes han de gastar?

Todo el mundo; porque nadie está exento de pecado. La Marina otorgando roturación tras roturacion: las Córtes haciendo la concesión de la línea férréa libre de restricciones hidrológicas: Cádiz, San Fernando, Chiclana... dejando hacer sin protestas: las salinas y el ferrocarril medrando con la calamidad que producían...

..... Gemid, humanos;
Todos en él pusísteis vuestras manos;

según escribió nuestro inolvidable maestro Lista.

Todos, pues, á pagar; que de todos es la culpa de la presente situación.

VI.

Dice Vd. en el interrogatorio VI:

"Al final de la sección XV presenta el amigo Benot, *como variante expeditiva*, la formación provisional del estanque *no-reversible* de 36 hectáreas, habilitando, al efecto, de compuertas giratorias la escollera del puente del ferrocarril, y dejando el Zuazo tal como está, ménos la pequeña obra necesaria para ponerle portalones colgantes; (como los de los molinos, si no entiendo mal).

Por otra parte; el amigo Benot destina todo el capítulo XVII al mismo estanque de 36 hectáreas; pero utilizando ya, no solamente la escollera del puente del ferrocarril, como antes, sino también la escollera del puente Zuazo, ambas rebajadas correspondientemente y las dos con compuertas giratorias al rededor de ejes verticales; para que el estanque tenga la preciosa cualidad de reversible.

Ahora bien; pregunto: ¿por qué habla Vd. del mismo estanque de 36 hectáreas en dos tan distintas condiciones? ¿Sostiene Vd. las dos variantes? Caso de no sostener Vd. la primera ¿no deberían especificarse más circunstanciadamente las condiciones y el órden de ejecución del estanque *reversible*?"

Respondo al amigo Viniegra:

Hablé del mismo estanque en dos tan distintas condiciones para que viesen los descorazonados que hay muchos medios *expeditivos* de limpiar pronto el Caño del Arsenal y conjurar el presente conflicto. Pero ¡sostener yo el estanque *no-reversible?* No me he vuelto loco aún. Ni ¿cómo; si tengo expresamente aseverado que sería fatal para la bahía, pues lanzaría sistemática y contínuamente hácia ella los fangos del Caño del Arsenal? Yo creo que lo digo bien claro en la Memoria. Tal sistema resultaría al cabo *funestísimo*: sería *expeditivo*, pero IMPERDONABLE: daría un medio de limpiar pronto el Caño por frente de los diques; pero, continuada semejante operación, causaría daño muy notable á la bahía. Si, pues, de *funesto*, de *funestísimo* lo califico en la Memoria ¿cómo lo tengo de sostener, querido amigo Viniegra? ¿Ni, cómo cabría en mí contradicción tan patente con el *espíritu todo* del texto? *¿Ni con su letra?* ¿No concluye la misma seccion XV que Vd. cita con estas palabras?

"Como recurso *temporal* podrá ser lícito lanzar hácia bahía los fangos fronterizos á los diques: como sistema *permanente* sería IMPERDONABLE.

Si esto no es ser explícito, rotundo y terminante, conficso á Vd. que no atino á explicarme mejor. Ni comprendo cómo decirlo más claro.

Yo quiero y siempre he querido que salgan los fangos de la bahía *sistemática y contínuamente* por la boca del Sancti Petri, y jamás he tenido la pecaminosa idea de que los fangos del Sancti Petri vayan constantemente á la bahía. ¿Qué significa, si nó, todo el capítulo XVIII?

De cierto, amigo Viniegra, que en el interrogatorio VI

existe alguna omisión de cláusula ó inciso importante; [1] pues constándome, como me consta, por las cartas anteriores, que Vd. está perfectamente penetrado del plan, no comprendo cómo puede implicar su pregunta de Vd. algo como pensamiento en mí de *dañar* á la bahía por *salvar* al Arsenal. Nó: nunca he pretendido conjurar el conflicto del Caño de la Carraca perjudicando á la bahía. ¿Lo quiere Vd. más claro?

Ahora; con respecto á la última pregunta del interrogatorio VI, yo no soy juez, ni puedo serlo; por aquello que decía Gellert: "*El autor no tiene voz ni voto en el juicio de su obra.*" Para mí está bien el texto; pero, ya que Vd. cree que no he acertado á especificar perspicuamente el órden de ejecución de las obras adecuadas para poner en estado de funcionar el estanque *reversible* de 36 hectáreas, reconozco desde luego y sin amor propio que así deberá ser, y no encuentro inconveniente ninguno en la especificación que Vd. desea.

1.° El estanque reversible de 36 hectáreas estará constituido por las dos escolleras existentes (la del 1.er puente del ferrocarril y la del Zuazo) juntamente con las dos orillas intermedias del Caño.

2.° Se rebajarán ambas escolleras hasta 3 metros por debajo de la línea de la más escorada bajamar.

3.° En las dos escolleras se pondrán compuertas giratorias al rededor de ejes verticales, para represar las aguas.

4.° Se cerrarán con compuertas de cualquier clase los Caños intermedios por donde el agua represada pudiera escaparse.

5.° Para ganar tiempo, todas estas obras se harán simultánea y nó sucesivamente, á no presentar la simultaneidad sério inconveniente.

6.° Concluído el estanque reversible, se iniciará *por tiempo muy breve* el primer período de violencias, lanzando las

---

(1) Así era la verdad; pues el original decía: ¿sostiene Vd. las dos variantes *como recurso expeditivo para salir pronto del conflicto?* Pero en la copia no aparecieron las últimas palabras subrayadas.—S. V.

aguas represadas contra los fangos del Caño de la Carraca, hasta obtener metro y medio de profundidad más que hay ahora por delante de los diques.

Obtenido este resultado (que, me parece, será cosa de un mes) se iniciará el 2.º período lanzando las aguas represadas hácia El Vicario *guiadas convenientemente*; y en tres meses, (creo) habrá fondo hasta la salina de S. Judas. (No son de fiar los datos en que he fundado los cálculos relativos al tiempo).

7.º Obtenido fondo enfrente de los diques, y también por la región de El Vicario, empezará el tercer período de erosiones semitorrenciales, y aun tranquilas, llenando siempre las 36 hectáreas por el lado del Arsenal y vaciándolas siempre por el lado de El Vicario.

8.º Si, por lo pequeño del vaso de las 36 hectáreas, este sistema reversible no resultase del todo eficaz al cabo de algún tiempo, se volvería *durante algunos* días á lo enteramente torrencial, *alternando:* una marea hácia bahía, y otra hácia El Vicario, &c., &c.

9.º Reobtenidos los fondos en el Caño de la Carraca, se volvería al sistema semitorrencial, ó al de erosiones tranquilas...; y así sucesivamente.

10. Sobre el puente-presa construído en la escollera del primer puente del ferrocarril pasarían los trenes con sus locomotoras; cosa en que no habría que temer, pues los pilares sostenedores de la vía pueden siempre ser independientes de los sostenedores de las compuertas.

11. Sobre el *puente-presa* construído en el Zuazo pasarían los carros, ganados y peatones, como ahora: y, si se quisiera, tranvías y piezas del mas grueso calibre; y cuando se establezca el ferrocarril especial á Chiclana ó algún otro punto de la costa, siempre sobraría resistencia para todo en el puente-presa.

En resúmen ¿qué requiere esta variante del vaso reversible de 36 hectáreas?

Dos *puentes-presas*.

¿Cuál sería la eficacia del sistema torrencial de este pequeño estanque reversible?

Colosal. Sus efectos resultarían tan brillantes que excitarían el entusiasmo.

¿Cuánto tiempo se necesitaría para realizar las obras de esta pequeña presa reversible de 36 hectáreas?

Yo creo que cualquier Ingeniero sabio la realizaría en un año, ó año y medio.

La Empresa del ferrocarril no se opondría á esta solución; pues en nada le perjudicaban su puente. Mejor dicho: dispondría de dos puentes; porque el del Zuazo podría serle útil para especulaciones posteriores.

La Marina se daría por contenta con tener Arsenal, y Caños por donde mover sus cañones flotantes.

La baratura sería seduciente para la provincia de Cádiz y para el Gobierno de la Nación.

Los salineros verían despejado el Caño principal.

Crea Vd. que este plan no tiene más de malo que una cosa: que haría olvidar la limpia general de la bahía, y tal vez la de los Caños secundarios.

Además, este estanque no sería reproductivo, como puede serlo el grande de las 636 hectáreas.

VII.

El interrogatorio VII dice así:

> En el régimen de erosiones enérgicas, pero no torrenciales á que dedica Vd. el capítulo XVIII, jamás vienen los fangos hácia la bahía: más en todos los demás procedimientos cree Vd. necesario empezar por un período *breve* de violencias torrenciales. ¿Por qué?
>
> ¿Hasta obtener cuánto fondo más que ahora delante de los diques piensa Vd. que debería durar ese primer período de violencias? Y diga Vd., amigo Benot, no será para alarmar la irrupción de esos fangos en la bahía?

Respondo que es para alarmar y mucho: *inmensamente,* si se continúa largo tiempo. Yo entiendo que el primer período de violencias no debe durar más que el tiempo estrictamente necesario para obtener delante de los diques un calado de metro y medio mayor que ahora. Pero quiero suponer que se ahonde el fondo hasta dos metros más que actualmente en toda

la distancia que media entre la escollera del ferrocarril y la Punta de La Isla Verde. Esa distancia no alcanza 3 kilómetros; más imaginémosla igual á 3000 metros.

La distancia de cantil á cantil frente á la Carraca no llega á 200^{m}; pero aceptemos esta anchura. Aunque las aguas torrenciales hayan ahondado el canal ante los diques los dos supuestos metros, es claro que no habrán hecho tanta obra cerca de la Punta de La Isla Verde, por lo que pierden de fuerza los torrentes en un largo trayecto: mas admitamos también que nada pierdan.

Con estos supuestos, *sin duda exagerados*, tendríamos una mole de fangos lanzada hácia la bahía igual á

$$3000^{m} \times 200^{m} \times 2^{m} = 1\,200\,000^{m^3}$$

¡un millón y doscientos mil metros cúbicos!

Pues supongamos que esta espantosa mole se sedimentara toda en una sola ensenada de la bahía; digamos en la ensenada del Río Arillo.

Demos á esta ensenada unas 2000 hectáreas y tendremos que el fondo de su extensa superficie de 20 millones de metros cuadrados se habría alzado solo 6 centímetros.

Mas, como no hay razón ninguna para suponer que única y exclusivamente se posáran los fangos en el seno del Arillo, antes bien es de buen sentido el conceder que los barros se extendieran por toda la bahía, de ahí el deber de admitir que, en las exageradas hipótesis del cálculo anterior, la invasión de 1 200 000 metros cúbicos de fangos arrancados del Caño de la Carraca no perjudicará muy sensiblemente á la bahía; pues sólo alzarían el fondo *en general* un par de centímetros.

Me alegro de que Vd. me haya exigido este cálculo, porque él evidencia lo que sería la Bahía Gaditana si todos los fangos de El Río, todos los de los Caños secundarios, y todos los de los Caños de los cargaderos, salinas, rabisones, &c., fueran á parar á la bahía, como exige el plan á que Vd. ha hecho llamar *Proyecto Almeyda reformado*, (aunque nó el del Autor).

Lo de menos sería que, por un procedimiento cualquiera de limpia, entrara en la bahía una cantidad de fangos cien veces mayor que la del cálculo que acabamos de hacer. Lo de más sería lo rápidamente creciente de la ley que rige los aterramientos: si hoy con fondo como 1 hay terraplenación también como 1, con otro fondo como $\frac{1}{2}$ la terraplenación será como 3, ó 4, ó más.

Me pregunta Vd. que *por qué* ha de empezar siempre la limpia (excepto en el caso de las erosiones sosegadas del gran estanque de las 636 hectáreas) por un breve período de violencias. Pues ya lo vé Vd. Porque es preciso, CUANTO ANTES, echar fuera del Caño de la Carraca un millón de metros cúbicos de fangos, si queremos que el Arsenal sirva pronto para algo.

Pero dirá Vd.: es el caso que lo que en un principio se eche hácia la bahía, tendrá luego que volver al Caño, para salir en el segundo período por la boca del Castillo de Sancti Petri.

Verdad. ¿Y qué?

¿Qué importa un millón de toneladas de fango cuando hay velocidad de erosión? ¡Pues apenas habrá llevado el Guadalete á la bahía miles de millones de toneladas de barros desde el tiempo de los Fenicios hasta antes de la construcción del Zuazo!!! Y ¿qué efecto hicieron esos millares de millones mientras hubo poderosas corrientes erosivas?

Haya corrientes y vengan fangos; que, por mucha que sea su mole, á nadie quitarán el sueño.

VIII.

El cuestionario VIII dice así:

"¿Cree Vd. que en sus procedimientos podrá prescindir siempre del dragado? ¿No será alguna vez conveniente ó necesario dragar los fondos para dirigir las corrientes?

Respondo:

¿Hay corrientes? Pues no se necesitan dragas.

(Cuidado que yo entiendo por dragado el conjunto de operaciones de *arrancar* los fangos, de *subirlos*, de *llenar* con ellos un barco y de *conducirlos á alta mar* para vaciarlos allí.)

Supongamos que tenemos ya formados nuestros estanques de represa y que estamos en el anhelado período de las limpias sosegadas. Claro es que en tal caso habrá corrientes: ¿para qué, pues, las dragas? ¿No hay ya fuerza? Pues á aprovecharlas.

Si convinicra escarbar, rastrillar, remover, rasear y alborotar mecánicamente los fangos á fin de enturbiar al máximum las corrientes de limpia para que estas se llevasen al Oceano la mayor cantidad posible de barros por la boca del Castillo de Sancti Petri, nada sería tan fácil como lo que sigue:

Imagine Vd. una barca larga, ó una chalana cualquiera, provista de dos muy anchas ruedas de paletas implantadas en un solo eje susceptible de girar, horizontal y perpendicularmente á la dirección de la quilla, en dos soportes fijos á la chalana. Suponga Vd. que en el medio de este eje esté rígidamente asegurada una polea motora (no olvide Vd. que será la motora); la cual se mueva cuando se muevan las ruedas de paletas y con su misma velocidad angular. Imagine Vd. igualmente que á popa y á proa de la chalana haya otras dos poleas *locas y salientes de la barca* en la prolongación del plano de la quilla y de la polea motora: y, en fin, figúrese Vd. que por las tres poleas pase una cadena sin fin, armada de garfios, púas, arados, ó escarbadores, y de tal longitud que, después de rodear toda la eslora de la chalana, llega por debajo de la quilla cumplidamente hasta los fangos.

Pues con un aparato tan sencillo tiene Vd. más que suficiente para raer los fondos en el sentido y en la dirección que se le antoje, y para alborotar los fangos, y para enturbiar las aguas. Al efecto no tiene Vd. más que sujetar con anclotes la chalana. No pudiendo ya arrastrarla la corriente, ésta pondrá en movimiento las paletas: con las paletas girará la polea motora y esta polea moverá la cadena sin fin de las púas, arados ó escarbadores: los fondos serán así hondamente surcados, los fangos removidos; las corrientes enturbiadas, y, de este modo tan expeditivo, fácil y potente, cargadas las aguas de materias sedimentarias al máximo, caminarán rápidamente á desaguar

por la boca del Castillo de Sancti Petri. Y, como sobra fuerza puede Vd. estacionar varias chalanas ancladas de 500 en 500 metros en los Caños (ó donde quiera que fueren sensibles las corrientes); y el viaje de los fangos hasta el máximo posible se hará por sí mismo sin tener que parar mientes en ello. ¿Hay corrientes? pues que ellas arranquen los fangos, y se los lleven hasta el mar.

Los croquis que remitiré á Vd. cuando concluya de responder al cuestionario (¿sabe Vd. que se hace interminable?) darán más clara idea del procedimiento, si la descripción anterior tiene algo de oscuro y le pondrán al corriente de algunas soluciones especiales que pueden ser necesarias.

Este procedimiento no es ocurrencia mía de ahora: es invención de hace mucho tiempo ideada en Lisboa para hacer caminar un barco por un río contra corriente poderosa, apoyándose en el fondo y utilizando la corriente misma.

IX.

Pregunta:

¿Perturbará de algún modo importante para la formación del estanque reversible de 36 hectáreas el nuevo puente que acaba de hacer la Empresa del ferrocarril, utilizando la escollera que Vd. examinó en 1880 y cruza el Caño de la Carraca?

Por si Vd. no conoce la flamante modificación, le remito un esbozo sacado á mano por curiosidad con presencia del puente nuevo; esbozo que, naturalmente, no está á escala, pero que dá muy bien idea de la obra reciente y de la antigua. Caso de que quiera Vd. un croquis con las dimensiones verdaderas, pídamelo, pues creo que podré proporcionárselo.

Respuesta:

Sabía de un modo muy vago é indeterminado que se estaba haciendo un nuevo puente para el ferrocarril; pero ignoraba que se hubiese terminado y si era ó nó utilizando la escollera examinada por mí en 1880.

Agradezco á Vd. extraordinariamente el esbozo: está con tal inteligencia dibujado que nada deja que desear más que las dimensiones. Muchas poseo relativas á ese funestísimo puente;

pero, si Vd. me proporcionara un verdadero croquis de la obra nueva, podría serme utilísimo para el estudio de las compuertas, si algún día tuviese precisión de hacerlo con toda exactitud.

Veo que la nueva obra con el grueso de los recientes pilares de hierro reduce, aun más que ya lo estaba con los de piedra, el abra del Caño de la Carraca: ¡nuevo perjuicio consentido sin protesta! ¡Y tanto más extraño, cuanto que se pudo bien fácilmente evitar, con solo haber rebajado los antiguos estribos centrales de mampostería!

Pero lo hecho en nada podría perjudicar el buen funcionamiento de la escollera, si se la utilizase como represa de las aguas de las limpias,—ya torrenciales,—ya sosegadamente erosivas.

X.

El interrogatorio X es del tenor siguiente:

Con seguridad, de entre las variantes de limpia que se leen en la Memoria, unas serán mejores ó más prácticas que otras, dado el que nó todas pueden ser iguales. ¿A cuál ó cuales dá Vd. la preferencia?
Y ¿por qué?

Respuesta.

Cuando escribí la Memoria, no quería yo pronunciarme en favor de ninguna de las variantes; pero, si hay alguien que se tome el trabajo de leerla, bien pronto advertirá que toda mi predilección era en favor del gran estanque de 636 hectáreas para realizar, desde luego, y sin ningún período previo de violencias, el sistema de limpias sosegadas desde bahía hácia el Castillo, según lo descrito en el capítulo XVIII. Hoy, habiendo aumentado tanto el conflicto, me inclino también alguna cosa al procedimiento de limpias torrenciales realizado con el estanque chico de represas reversibles y de 36 hectáreas entre puentes.

Mi fé en el grande recipiente de las 636 hectáreas no se ha amenguado en lo mas mínimo, ¡en nada! antes bien habría aumentado á ser eso posible; pero, atendiendo á lo hoy urgentísimo del remedio, *que no consiente espera*, y á la relativa baratura, miro con mejores ojos el sistema torrencial del estanque pequeño, aun cuando de ningún modo lo juzgo necesario ni *extraordinariamente* más rápido que el régimen tranquilo del gran vaso: (el de las 636 hectáreas).

Para responder medianamente á ese "POR QUÉ" á quemaropa que Vd. me dispara, no puedo menos de entrar en pormenores muy circunstanciados, á fin de que Vd. vea que, siendo ambos eficaces, sus ventajas no son de la misma índole, y que, por lo mismo no cabe compararlas.—¿Qué es mejor? ¿una aguja ó una pluma?—No cabe respuesta.

Y entro en materia.

Existiendo la escollera del puente primero del ferrocarril, no se puede desde otro punto cualquiera limpiar el Caño del Arsenal. Digo y sostengo, que es absolutamente imposible.

Y por consiguiente,

DILEMA,

O se quita,
O se utiliza.

Quitarla sería un gasto en pura pérdida, ¡GASTO INMENSO, pues hasta el firme tiene esa presa muchos metros de profundidad!

Utilizarla sería muy conveniente, porque esa escollera se halla emplazada mucho más cerca del Arsenal que la del Zuazo.

Sí, pues, la escollera del ferrocarril se opone absolutamente á todo plan de limpia, pero puede ser muy útil, es de común sentido el tratar de aprovecharla inmediatamente, prescindiendo en todo caso de regateos y de pleitos. Esto es lo sensato; esto es lo práctico; esto es lo inmediato; y, en fin, esto es lo MORAL, porque es lo que exige la salvación de Cádiz y de toda la Ribe-

ra gaditana; y hé aquí por qué un arranque generoso y patriótico en todos los interesados es de viril necesidad.

¡Que esa escollera, pues, lo mismo que las mareas, remedie el mal que causa!

Dicho esto, que es lo *de esencia*, claro es que lo demás resulta muy secundario. Si la Empresa del ferrocarril reconociera que pierde mucho, en perdiéndose Cádiz (como se perderá siendo obstinada), el sacrificio que exija la adquisición de la presa sería menor que si la Empresa se resistiera á enagenar ó á ceder desde luego su funesta propiedad, sin que de la cesión le resulte perjuicio, y más pudiendo ser siempre expropiada. Antes bien, en la cesión saldrá beneficiada, como luego diré á Vd.

Y ahora, y esto sentado, particularicemos nuestro estudio y eslabonemos las premisas, para hacerlas evidentes aún al más ciego.

A.

O se quita la escollera del ferrocarril,

O se utiliza.

Continuar ese estorbo en medio mismo del Caño de la Carraca no puede ser.

Quitarla es un gasto en pura pérdida. Y gasto enormísimo:

1.° Porque habrá que sacar las piedras que constituyen la escollera hasta la profundidad antigua del canal.

2.° Porque si se quitara la escollera habrá que hacerle un nuevo puente á la Empresa del ferrocarril ó indemnizarla de algún modo.

No debe, pues, pensarse en quitar la escollera del primer puente.

Debe, pues, utilizarse.

De utilizar esa escollera se obtendrán muchas ventajas:

1.° Ahorro de tiempo, pues ya está hecha, (ó por lo menos el núcleo de ella).

2.° Aumento de eficacia en cualquier sistema de limpias que se adopte—ya torrencial, ya de erosiones suaves—por estar esa escollera muy próxima á los diques.

3.° Probabilidad muy racional de aquiescencia en la Empresa del ferrocarril; pues á ella le tiene mucha cuenta que robustísimas obras aseguren la estabilidad de la presa, las cuales garantizarán á la Compañía la existencia de su escollera y de un puente casi eterno para el tránsito de sus trenes.

4.° Ahorro colosal de dinero por dos estilos: 1.° en quitar la escollera, 2.° y en hacer á la Empresa un nuevo puente caso de quitarla.

5.° Prontitud con que pueden empezar las obras, pues lo principal está hecho:

Condensando:
Ahorro de tiempo, de dinero y de disgustos: y aumento de eficacia.

B.

Para represar las aguas y no dejarlas salir, se necesitan DOS presas de compuertas giratorias.

Por lo que acabamos de ver, una de las dos presas tiene que estar *irremisiblemente* en la escollera del ferrocarril. Es preciso aceptar el estado de cosas en que nos encontremos. Si no existiera ya esa escollera, tal vez demostraríamos que no se halla emplazada en el lugar más favorable. Pero semejante demostración sería hoy ociosa. Hay que aceptar lo que tenemos.

Ahora bien: ¿Dónde habrá de situarse la otra presa?

Una de dos:

O en el Zuazo (cuya escollera está ya hecha);

O en la Punta del Horno, (cuya série de compuertas habrá que hacer, con las obras de firme consiguientes).

Puesta la segunda presa en el Zuazo, se obtendrá un estanque chico, si bien más que bastante para limpiar *torrencialmente* el Caño de la Carraca;

O bien, situada en El Horno se logrará un magnífico recipiente para despejar *sin violencias* todos los Caños y emprender acto contínuo la limpia total de la bahía;

Luego, por consideraciones de muchas clases, económicas y de tiempo, no hay *prácticos* más que dos estanques:

1.° El de 36 hectáreas entre puentes.

2.° El de 636 hectáreas entre la escollera del ferrocarril y la Punta del Horno, (rebajado por supuesto el Zuazo, y establecido sobre su escollera—ya rebajada—un puentecillo para carruajes sobre columnas de construcción común (nó de represas).

Condensando:

En el presente estado de las cosas, no hay prácticas más que dos solas variantes.

C.

No habiendo más que dos variantes, hagamos su paralelo:

1.ª VARIANTE.

ESTANQUE DE 36 HECTÁREAS.

1.° La *chasse, á la puerta de los diques,* será de efectos asombrosos. En una sola lunación se dará indudablemente fondo al Caño del Arsenal.

2.° Es verdad que echará los fangos hácia bahía hasta que se ahonden los fondos metro y medio más que ahora; ¡verdad! pero, limitado á eso únicamente el período torrencial, ya hemos visto y demostrado que la mole de los fangos del solo trozo del Caño de la Carraca por delante de los diques, no es para inspirar alarmas sérias por el pronto, comparada con la gran extensión de la bahía; pues aunque los fangos se quedá-

ran todos sedimentados en ella, apenas alzarían el suelo un par de centímetros.

3.° Obtenido fondo ante los diques, la *chasse* de 36 hectáreas, dirigida contra El Vicario y sus adyacencias, barrería todos los sedimentos hácia el Atlántico para nunca más volver. La operación sería brillantísima aunque no tanto como la de la limpia del Caño de la Carraca ante los diques; porque los serpenteos de El Río desde el Zuazo hácia el Castillo estorbarían mucho la acción de los torrentes, que sería indispensable guiar &c.

4.° El ahorro de tiempo resultaría muy considerable:—con levantar simultáneamente las dos presas de compuertas giratorias quedaba listo el estanque de 36 hectáreas.

5.° El ahorro de dinero sería muy seductor. El estanque de 36 hectáreas solo costaría el doble del hierro (y mano de obra) expresado en la última hoja de mi trabajo. Dos veces 2 740 toneladas, si se creyera eficaz ese modo de construcción.

Pero:

1.° El estanque de 36 hectáreas no se presta bien al sistema de erosiones suaves;

2.° Es insuficiente el volúmen de agua represada en las 36 hectáreas, para limpiar los Caños secundarios;

3.° Siendo tal estanque poderoso para limpiar torrencialmente en poco tiempo y de un modo brillantísimo el Caño ante los diques, y El Río desde el Zuazo hasta más allá de El Vicario; jamás ese exíguo recipiente sería co-factor satisfactorio para la limpia general de la bahía; y ni aun siquiera de la ensenada del Arillo.

4.° Por lo no abundante de la energía almacenada en este relativamente exíguo estanque, los capitales que en él se invirtiesen jamás podrán ser ámpliamente *reproductivos*: (luego volveré sobre esto último).

Condensando:

El estanque de 36 hectáreas sería de efectos rapidísimos para limpiar el Caño de la Carraca ante los diques, y El Río hasta mucho más allá de El Vicario; ahorraría mucho tiempo y mucho dinero; pero no sería co-factor de la limpia general de la bahía; ni el capital en él invertido resultaría remunerativo.

D.

2.ª VARIANTE.

ESTANQUE DE 636 HECTÁREAS.

1.º Haciendo sus compuertas con todo el peso y con todas las resistencias necesarias para vencer la carga máxima del agua (4^{m} casi) los efectos torrenciales del estanque de 636 hectáreas serían enormes por su gran duración en cada marea; pues un estanque inmenso se emplearía en limpiar un canal muy pequeño relativamente.

2.º Pero la hipótesis de las máximas resistencias es innecesaria para el gran estanque de 636 hectáreas; pues que, si se adoptase el procedimiento *torrencial,* lo mismo se conseguiría con el estanque chico de 36 hectáreas, aunque en algunos pocos días más.

3.º El gran vaso de 636 debe emplearse en las limpias de erosiones sosegadas: (carga *máxima* de un metro).

4.º Las ventajas son muchas:

a) Ménos peligros;

b) Piezas ménos resistentes;

c) Agua bastante para limpiar los Caños secundarios: (ventaja inapreciable);

d) Posibilidad de ser siempre co-factor en la limpia general de la bahía: (ventaja inmensa).

e) Solución que puede ser remunerativa del capital empleado en las obras; porque, sobrando fuerza en el gran estanque de 636 hectáreas, puede emplearse el remanente en la fabricación, por masas enormes, de aire comprimido, ó en agua á gran presión, y los productos de estas fabricaciones ser vendidos al Arsenal ó á los particulares.

f) A la larga, verdaderas ventajas económicas.

Detengámonos á discutir estas ventajas:

El gran estanque de 636 hectáreas exige, además del puente-presa en la escollera del ferrocarril, otro puente-presa en la Punta del Horno;

Y además un puente cualquiera en el ya rebajado Zuazo.

Si el gran vaso se destina únicamente al sistema de erosiones suaves con carga máxima de solo 1 metro, como debe de ser, los pesos de las presas se reducirían á $\frac{1}{3}$; y por tanto, la *presa-puente* que se fabricára sobre la escollera del ferrocarril, costaría menos para el estanque de 636 hectáreas que para el de 36. Tendremos, pues, un buen ahorro por aquí.

Pero, por mucho que se reduzcan las cargas, la otra presa de la Punta del Horno, necesaria para el gran estanque de erosiones suaves, costaría siempre mucho más que la segunda presa del estanque chico calculada para efectos torrenciales y emplazada en el Zuazo: y la razón es que el abra de la Punta del Horno tiene 300^{m} cuando ménos, y la del Zuazo solo requería 100^{m}. Por aquí tenemos seguramente un aumento muy superior al ahorro anterior; habrá, pues, un gran déficit que cubrir.

Y este déficit se aumentará muy sensiblemente con la obra de desmoches del Zuazo, y erección en él de un puente de columnas común.

El obtener el estanque de 636 hectáreas exigirá, pues, un desembolso mayor.

Pero bien se merece ese desembolso,

1.° El ahorro de exquisitas precauciones, sin las cuales sería locura adoptar el sistema torrencial del estanque chico de 36 hectáreas;

2.° La seguridad de limpiar los Caños secundarios;

3.° La adquisición de un co-factor eficacísimo para la limpia general de la bahía, (con especialidad de la ensenada del Río Arillo);

4.° La creación de una fuente perenne de riquezas procedentes de la venta segura del agua á gran presión ó del aire comprimido fabricado con el inmenso sobrante de la energía almacenada en tan inmenso recipiente. Quizá toda la región

gaditana se transformára, si la pequeña industria tuviera á domicilio una fuerza disponible de 1, 2, ó 3 caballos-vapor con solo dar vuelta á una llave en el taller, como se hace para encender un pico de gas. ¡Cuánto no crecerían Cádiz y su comarca! aunque casi se regalara la fuerza á domicilio!

Condensando;

El estanque de 636 hectáreas necesitaría para las obras de instalación más dinero que el de 36 hectáreas, sus resultados serían más lentos, pero muchísimo menos peligrosos que los torrenciales y no menos seguros; garantizarían la existencia de la bahía; sus gastos al fin serían reproductivos, siquiera no hubiese más parroquiano que el Arsenal; y, tal vez, promoviendo el desarrollo de la pequeña industria, lograría cambiar la postración de Cádiz en un estado de floreciente producción y consiguiente prosperidad.

¿No tengo, pues, razón, amigo Viniegra, para mirar *con amore* al plan de erosiones sosegadas por medio del gran vaso de 636 hectáreas?

Resumiendo ahora, y presentando las condensaciones, en brevísimo espacio, digo:

1.º Es imprescindible, por razones poderosas de tiempo y de baratura, utilizar la escollera del ferrocarril;

2.º Siendo así, solo hay dos variantes prácticas:

La reversible de 36 hectáreas;

Y la grande de 636 hectáreas;

3.º Más brillante en efectos, más barata y más rápida resultará la variante de 36 hectáreas;

4.º Más lenta, menos peligrosa y de instalación más cara, resultará la variante del estanque de 636; pero su adopción será garantía segura de la existencia de la bahía, y del ser de esa localidad; y, por último, se convertiría en mina inagotable de rendimientos y en fuente feliz de riquezas industriales.

XI.

Pregunta:

¿Há dejado Vd. de exponer alguna otra variante de interés?
¿Por qué motivo?

Respuesta:

Hay una variante importantísima que consiste en una *combinación de tiempos*: más claro: en hacer uso *primero* del estanque de 36 hectáreas reversible; y *luego* del grande de 636 hectáreas.

¿Por qué motivos dejé de exponer esta combinación en la Memoria? Preguntar es. Pero hoy lo diré, por patriotismo.

Sí: El patriotismo nos exige URGENTÍSIMAMENTE tener muy pronto listo el Arsenal; por ser Cádiz un puerto militar de primer orden; y, como es el único al Sur de la Península, necesita contar cuanto antes con todos los medios de aprestar una flota y reparar sus averías.

Pudiera, pues, empezarse desde luego, PARA SATISFACER la URGENCIA, haciendo que el estanque entre puentes de 36 hectáreas fuese inmediatamente costeado por el Estado, calculando que las compuertas del Zuazo, una vez obtenidos torrencialmente los primeros brillantes resultados, pudieran luego servir para la Punta del Horno.

Y, limpios ya los Caños inmediatos al estanque chico, emprender inmediatamente la limpia general de la bahía, por cuenta solo de los pueblos de la Ribera, y una subvención del Estado; (además de la promesa y seguridad de que en el Arsenal de la Carraca se compraría á los pueblos asociados cuanta fuerza fuese necesaria, procedente del cauce de Sancti Petri en aire comprimido, ó en agua á gran presión:—ó de ambos modos á la vez).

Siendo de esta manera un buen NEGOCIO la represa de las mareas en el gran vaso de 636 hectáreas, indudablemente obtendrían los pueblos capitales suficientes para la explotación industrial. Lo cual sería tanto menos difícil cuanto que, costeadas ya por el Estado las dos presas del estanque chico de 36 hectáreas sobre las escolleras del ferrocarril y del Zuazo, los pueblos asociados solo tendrían que construir la presa del Horno, y habría así *negocio segurísimo.* Tanto más seguro, cuanto que, mientras mejor construídos resultasen para resistir las presiones torrenciales los puentes-presas del ferrocarril y del Zuazo, tanto ménos serían de temer desperfectos en lo futuro.

Verdad es que en los *puentes-presas* del ferrocarril y del Zuazo, se habría gastado algo más de lo que estrictamente habría exigido—(empleado exclusivamente desde un principio)—el sistema de erosiones tranquilas, pero nadie en rigor podría quejarse, pues ese mayor gasto representaba *el precio del ahorro de tiempo* en una urgencia cual la actual.

Y ahora ya diré á Vd. por qué esta combinación no se halla en la Memoria: yo aspiro á LA LIMPIA GENERAL DE LA BAHÍA, y estoy tan seguro de los resultados torrenciales del estanque chico de las 36 hectáreas, que tengo muchísimo temor de que, en cuanto se obtuviese mayor calado ante los diques, nadie volviera á acordarse ya de la limpia general.

Y, sin embargo, en el gran estanque está la esperanza del futuro Cádiz industrial.

XII.

Y pregunta todavía el incansable amigo y Sr. Viniegra:

¿Le ocurre á Vd., amigo Benot, todavía alguna cosa más que decir, no expresada en la Memoria?

Sí, Sr. de Viniegra; me ocurre una cosa importantísima; superlativamente importante para mí.

Y és que no vuelva Vd. nunca jamás á mandarme ningun otro CUESTIONARIO.

Y, en cuanto á la petición con que concluye Vd. su carta, para que no le guarde rencor por el envío de tanto interrogatorio (¡ay! interminable) sepa Vd. que ni por esta vez ni por otras muchas más se lo guardará este su afectísimo,

E. Benot.

ADVERTENCIA FINAL.

Había yo decidido dar justo término á esta impresión, rindiendo el debido homenaje de reconocimiento al concurso prestado al Sr. D. Eduardo Benot por los Sres. D. Enrique Garrido y D. José Mac-Pherson; pero no creo que puedo hacerlo mejor que publicando la siguiente carta últimamente recibida, aunque su recordatorio fuese absolutamente innecesario.

Viniegra.

Octubre 15, 1885 en Madrid.

Sr. D. Salvador Viniegra.

Mi querido amigo: Solo escribo á Vd. para recordarle que no debe terminarse la impresión sin mencionar á mi antiguo compañero en el Observatorio y siempre amigo excelente Enrique Garrido. Diga Vd. dónde y como mejor le parezca que, en la angustia en que estábamos en 1881 por la carencia de datos fidedignos, acudí á Garrido pidiéndoselos; y que todas las noticias *ciertas* y *seguras* acerca de esa Ribera que se encuentran en mi Memoría, ó son suyas, ó consultadas con él. Insisto en que es inútil pedirle permiso para citar su nombre, pues lo negará resueltamente; que la modestia de Enrique Garrido sería una gran virtud, si no degenerase, como le tengo dicho, en horror á la justa notoriedad de que es merecedor por su clarísimo talento, ciencia profunda y pasmosa facilidad de exposición.

Tampoco olvide Vd. decir que todos los datos relativos á la cuenca del Guadalete y á las erosiones de este río de montaña, ó están sacadas de las obras de nuestro amigo Mac-Pherson (José), ó proceden de consultas especiales y repetidas que le hice. Y, por supuesto, también hay que hacer mención de Mac-Pherson sin su previo permiso; porque igualmente lo negaría, por no dar valor ninguno á nada de lo mucho y muy bueno que hace; si bien Mac-Pherson, aunque esquiva la notoriedad, no le profesa el horror que Garrido; gracias á lo cual gozan sus grandes trabajos geológicos en el mundo de los sabios—y mucho más en el extranjero que en España—del justísimo aprecio á que los hacen acreedores su original inventiva y su abarcadora profundidad.

¡Qué le vamos á hacer! Garrido y Mac-Pherson gozan en rodearse de tupidos velos para no brillar!

Y, sin embargo, es de toda justicia mencionarlos, porque ambos han trabajado desinteresadamente por Cádiz, y porque, si de buenos es el honrar, de obligados es el manifestar gratitud.

Sé que á Vd. nada se le olvida; pero, como veo que avanza la obra, y que Vd. nada ha dicho todavía, le escribo estas líneas para evitar un fortuito POSIBLE, aunque en verdad sea muy poco PROBABLE.

Y suyísimo y muy obligado

E. Benot.

INDICE.


500834567
FGH G geogr 000/ / 88